Geologi

Förord till den elektroniska utgåvan

Under arbete...

ALMENFATTELIG VIDENSKAB.

GEOLOGI

AF

ARCHIBALD GEIKIE.

MED 47 ILLUSTRATIONER. '

OVERSAT

AF

JOHS. LAVIK.

Forlag: Bibliothek for de tusen hjem

Fagerstrand pr. Høvik.Thronsen & Co.s bogtrykkeri.Foreløbige bemærkninger.

1. Et almindeligt vaaningshus er, som vi alle ved, bygget af forskjellige materialier. Et af disse er altid sten. Grundmuren, væggene, skorstenspiben og ofte taget og trapperne er sædvanligvis af sten. Men i hvert af disse tilfælde bruges sædvanlig forskjellig slags sten. hæggene f. eks. kan være af mursten eller af huggen sten, grundmuren af graasten, taget af teglsten eller skifer, trapperne af sandsten eller granit, peisen af klæbersten, skorstenspiberne af mursten, medens endnu en anden art sten, stenkul nemlig, brændes i ovnen. Paa "gaden kan vi se en endnu større mangfoldighed Til brolægningen er benyttet en sort, til fortouget en anden, medens der til ornamenter paa butikerne og husene er brugt mange forskjellige sorter. Om vi bare betragter husene og gaderne, ser vi altsaa snart, at der er mange forskjellige arter af sten.

2. En nærmere undersøgelse viser, at de behandles paa meget forskjellige maader, før de blir dele af en bygning. Stenene i muren er blet tilhugne ved hjælp af meisel og hammer, klæberstenen i peisen er blet høvlet og glattet, skiferen i taget er blet kløvet i tynde hellereller plader. Men nogle af disse bygningsmaterialier har undergaat endnu større forandringer. Murstenen f. eks. var oprindelig blødt ler, som er blet hærdet ved at brændes i ovne. Murkalken, som holder stenene sammen, faaes ved at brænde kalkstenen og blande den med andre bestanddele. Det jern, som er benyttet til huset, findes fra først af i form af en mat rød eller brun sten, som maatte rostes og smeltes ved stærk ild for deraf at fremstille det rene glødende metal. Paa samme maade forholder det sig ogsaa med kobberet,' messingen, tinnet og andre metaller, hvoraf mange af de gjenstande, der bruges i huset, er forfærdigede.

3) Skjønt disse forskjellige slags sten skiller sig saameget fra hinanden, har de dog en ting tilfælles: de findes alle under jordens overflade. Da de altsaa udgraves eller udmineres, benævnes de med et omfattende navn mineralske stoffe. Hvis vi kunde forfølge hver af dem tilbage til det sted, den kom fra, vilde vi finde, at sandstenen og kalkstenen var hentede fra maaske nærliggende stenbrud, at skiferen var hugget ud, af et eller andet berg, at marmoret var brudt i et eller andet langt borte liggende fjeld, muligvis i Italien, at stenkullene var hentede op af en kulgrube dybt nede i jorden etsteds i England, og at murstenen var gjort af ler, som er gravet paa et eller andet

lavtliggende sted i nærheden.

4. I England og de fra gammel tid bebyggede egne af den gamle og nye verden er overfladen, endog opad fjeldskraaningerne, for det meste græsbegroet, vegetationen , danner ligesom et grønt tæppe, kornmarker, enge, skove og frugthaver breder sig over landet og skjuler, hvad der ligger nedenunder, som et tæppe skjuler et gulv. Men dette' plantedække tilligemed jordbunden, som det vokser paa,er kun et tyndt overtræk. Vi kan let grave igjennem græsset og mulden, eller endnu bedre, vi kan i stenbrud, grustag eller hvilkesomhelst udgravninger iagttage forholdet. Plantedækket og mulden er kun et ydre lag, der i høiden er nogle faa fod tykt. Nedenunder støder vi altid paa en eller anden slags sten. Ligesom vi altsaa ved at tage af gulvttæppet i et værelse afdækker et gulv, saaledes bringer vi ogsaa et stengulv i dagen ved at fjerne det skal, som vegetationen og mulden danner.

5. Paa dette stengulv træder vi hver dag i vort liv. Det strækker sig over hele jordkloden, det danner bunden under havet og overfladen af landjorden. Men i modsætning til gulvene i vore huse er det meget ujævnt. Soimhe steder udvider det sig til vide, flade sletter, andre steder skyder det op i høie, forrevne og. ujævne klipper.

6. Endvidere skiller dette store verdensgulv sig fra vore smaa trægulve deri, at det er bygget af en saa vidunderlig mangfoldighed af materialer. Vi ser kun en liden del af denne mangfoldighed i de forskjellige stensorter, vi bruger, naar vi bygger. Der findes et næsten uendeligt antal af andre stenarter. Den, som bygger,1 er fornøiet, naar han kan faa gulvet lagt af en enkelt sort varigt træ. Men det store stengulv, vi bor paa, er ikke' saa ensartet. Dets forskjelligartede materialer er fordelt i meget uregelmæssige og vekslende grupper. Et kart over dem, eftersom de er fordelt over et land, kom til at se ud som de indcirklede mønstre i et orientalsk tæppe.

7. Dette stengulv er det, som vi i det følgende skal beskjæftige os med — hvad det er gjort af, og hvorledes dets forskjellige bestanddele er sammensatte. Ved første øiekast vil dette emne maaske ikke synes at have noget tillokkende eller interessant ved sig.Følgende eksempel kan imidlertid tjene til at belyse,

hvilken betydning dette stengulvs vekslende natur og

' form har for et folks karakter, historie og daglige liv.

8. Tag et kart over Storbritannien og afsæt paa det to linjer. Lad den ene fra Liverpool gaa tvers igjennem England, saaledes at den berører Stafford, Birmingham og Cambridge og naar havet ved Harwich. Lad den anden gjennemløbe Skotland i dets hele bredde fra øen Skye til Montrose.

9. Sæt nu, at to udlændinger, som aldrig havde været i England, landede paa vestkysten og reiste tvers over øen, idet hver af dem fulgte en af de trukne linjer. Derpaa mødes de atter paa fastlandet og sammenligner sine iagttagelser over, hvad de har set. Den, som fulgte linjen fra Liverpool til Harwich, kom til at berette omtrent som følger : „Det forbauser mig, hvor fladt Storbritannien er. Jeg reiste tvers igjennem landet, men saa ikke saa meget som en aas hele veien. Størstedelen af landet er overordentlig frugtbart — her er det bedækket med kornmarker, paa et andet sted med frugt, haver 'eller skove, medens store strækninger benyttes til beitning for kreaturerne. Husene er byggede af mursten. Jeg saa store byer, hvor der myldrede af mennesker, og hvor der er travl virksomhed paa alle kanter. Jeg lagde ogsaa mærke til, at i flere egne henter beboerne sine rigdomme op af jorden. I Cheshire bringer de store mængder af salt op af gruber. I Staffordshire har de boret sig dybt ned i jorden og udvinder i talrige gruber kul og jern. Idethele synes man dog i Storbritanien væsentlig at lægge an paa agerbrug og kvægavl."

10. Den anden reisende vilde have noget ganske andet at fortælle. „Jeg kan ikke," kunde han sige, „paa nogen maade begribe, hvorledes De kan tale om England som et fladt land. Jeg gjen-nemreiste ogsaa landet fra hav til hav, jeg landede paa kysten af Inverness-shire, og afseilede igjen fra havnen ved Montrose. Men jeg saa ikke stort fladt land paa hele veien. Det er en uafbrudt række af barske, høie fjelde og dybe dalkløfter. Jeg saa ingen byer, knapt nok landsbyer,. før jeg kom til østkysten. Folket bor i stenhuse, jeg saa ikke en eneste mursten nogensteds. Stenkul har de ikke der, undtagen de faar den langveis fra, og de mere ubemidlede bruger for størstedelen at skjære torv til brændsel. Jeg saa ingen gruber paa min vei, hellerikke fabrik-drift af nogen art. Befolkningen er tynd, og den synes væsentlig at lægge sig efter faareavl. Hvis jeg skulde dømme om

Storbritannien, efter hvad jeg med egne øine har set, maatte jeg beskrive det som et barskt, bjergfuldt, ufrugtbart land, uden handel eller industri, kun skikket for beitning eller rypejagt, og hist og her for dyrkning".

11. Enhver af disse vore reisende vilde have givet et noksaa rigtigt billede af landet, saa langt hans personlige iagttagelse rak. Alligevel havde de hegge taget storlig feil, naar de trodde, at det, som de havde fundet ud om en del af landet, gjaldt i lige grad om det hele.

12. I* næsten hvert'land i Europa og Amerika, og over hele jorden kan man iagttage lignende modsætninger. Hvoraf kommer det da, at der er saa stor forskjel mellem de forskellige dele af det samme land ? Hvad er det, som gjør den ene egn bjergfuld, den anden flad, den ene frugtbar, den anden ufrugtbar? Hvorfor er den ene del af landet arnested for alle grene af menneskelig virksomhed og overfyldt af folk, medens en anden del kun har en tynd befolkning, der er henvist næsten bare til at røgte faar eller gaa paa jagt?

13. Disse store uligheder i et lands udseendeog dets beboeres karakter beror paa uligheder mellem stenene eller, bergarterne i de forshjellige landsdele. Naar altsaa et lands udseende og beboereslevevis i høi grad beror paa, hvorledes de bergarter, der findes i landet, er beskafne, er det af vigtighed at vide noget om disse bergarter - hvad de bestaar af og hvoraf det kommer, at de paa et sted danner sletter eller lavland, paa et andet sted enkeltstaaende høider eller hele fjeldkjæder.

14. Det vil vise sig ved en smule iagttagelse, at de forskjellige bergarter hver har sin historie. Naar man lærer den at kjende, giver den adgang til høist interessante indbJik i forholdene i havet og paa. landjorden i tidligere tider. Lidt efter lidt antager vi, at jordklodens historie selv i stor, udstrækning tydes ud af disse stenarter. Den videnskab, der behandler disse emner og derigjennem søger at tyde jordens historie, kaldes geologi.

De forskjellige slags stene eller bergarter.

15. Vil man sætte sig lidt ind i geologien, maa man først skaffe sig et klart begreb om de vigtigste egenskaber, hvori stenene ligner og er forskjellige fra hinanden. De er nemlig det materiale, hvoraf jordklodens historie skal udarbeides. Hvis vi skal forstaa denne historie, naar den forklares for os, og endnu mere hvis vi skal forsøge selv at fortolke nogen del af den, maa vi derfor ordne vort materiale saaledes, at vi nøiagtig forstaar. hvorledes det skal bruges, og hvad slags kundskab vi kan vente at faa af det. Det er et af geologiens store fortrin, at den er tilgjængelig for enhver. Mange af de gjenstande, vi hver dag ser for os, leder' os ind paa de spørgs-maal, som geologien behandler. Enhver forstandigiagttager kan gjøre sig haab om, ikke blot at forstaa, disse spørgsmaal, men ogsaa at kunne føie noget nyt til den kundskab om dem, som allerede er tilveiebragt af andre.

16. For den, som har reist lidt, eller endog blot set en samling af mineralske produkter i et musæum, kunde det maaske se ud, som om der fandtes errsaadan forvirrende mængde af forskjellige slags sten, at forsøget paa at. studere dem maatte blive meget vanskeligt og kjedeligt. Paa en maade er dette indtryk ogsaa rigtigt. Ikkedestomindre kan opgaven gjøres baade mindre vanskelig og mindre kjedelig, end den kunde synes. Lad mig belyse sagen paa følgende maade:

17. Sæt at vi skulde fremstille, hvormange forskjellige slags bøger vi havde stødt paa i vort liv. Vi kunde neppe give noget tilfredsstillende svar før efter nogen betænkning. Vort første indtryk vilde uden tvil være, at det var næsten umuligt at regne op alle de forskjellige slags bøger, og vi vilde maaske finde det vanskeligt at afgjøre, hvilke bøger der skulde henregnes til samme slags, og hvilke ikke. Nogle stemmer overens deri, at de er ny, andre deri at de er gamle; nogle er af en størrelse, andre af en anden. Nogle har permer, andre blot papiromslag, nogle er bundne i tøibind, andre i skind med rig forgyldning. Nogle er paa, engelsk, andre paa fransk, tysk, italiensk latinsk eller græsk. Naar vi tænker lidt nærmere paa det, ser vi, at disse og lignende uligheder angaar udvendige og uvæsentlige ting. Det er ikke papiret eller typerne eller bindet eller alderen, ikke engang sproget, der er det væsentlige' ved en bog, men tankerne, som bogen vil meddele. Disse tanker kan være trykte i en stor bog eller en liden bog, paa engelsk, fransk, tysk eller hvilketsomhelst andet Sprog — de for-bliver dog de samme tanker, og bogen vilde bestandig være væsentlig den samme bog.

18. Naar vi altsaa lader denne temmelig betydningsløse ydre lighed eller ulighed ud af betragtning og kun ser hen

til det, som har betydning, bøgernes indhold, opdager vi snart, at der ikke er sak mange slags, som vi forestillede os. Vi kan gruppere dem efter de emner, de behandler. Benytter vi som eksempel bøger, der almindelig' vil findes i unge læseres hænder, er der blandt dem nogle, som behandler grammatik, andre historie, andre igjen geografi; nogle indeholder digtning, andre reisebeskrivelser, andre igjen eventyr o. s. v. I hver af disse grupper kunde vi, om vi havde saa mange, ordne hundreder af bøger, som har en lighed deri, at de handler om de samme ting, skjønt de i det ydre, f. eks. størrelse, bind, alder eller endog sprog kan være ganske ulig hinanden.

19. Ved saaledes at ordne bøgerne, ikke efter en tilfældig ydre lighed, men efter det fælles emne, som de behandler, med andre ord, efter deres reelle lighed, vilde vi følge et saakaldt klassifikations-eller inddelingsprincip. Det er det samme, hvor mange forskjellige bøger vi fik ihænde, og i hvor mange forskjellige sprog de kunde være skrevne. Ved at følge vort inddelingsprincip vilde vi være istand til at ordne dem alle paa deres rette plads, idet alle bøger om den samme gjenstand stilledes sammen, og paa den maade kunde vi naarsomhelst finde frem den særskilte bog, vi i et givet øieblik vilde ha.

20. Sæt, at. vi istedenfor bøger skal ordne stene efter deres forskjellige arter. Vi tænker os da om efter navnene paa de arter, som vi kjender, og prøver at huske deres kjendemærker. Maaske begynder vi med at ordne dem efter farven — sortestene, f. eks. kul, hvide stene, f. eks. kridt o. s. v. Men det varer ikke længe, før vi finder, at den samme stensort — marmor i. eks. — undertiden er sort, undertiden hvid. Det er derfor tydeligt, at farven ikke duer som inddelingsprincip. Vi 'kunde da forsøge en inddeling i haarde og bløde stene. Naar vi imidlertid ser, hvor ulige stene vi da maa stille sammen, kommer vi snart til at føle os overbevist om, at haardhed eller blødhed uden andre kjendemærker er af de tilfældige ydre egenskaber som papiret eller typerne i en bog.

21. Vi maa faa afgjort, hvad der er de væsentligste, reelle egenskaber ved stenene. Naar vi skulde inddele bøgerne, undersøgte vi indholdet og stillede sammen dem, som befandtes at give sig af med samme gjenstand. Den samme fremgangsmaade maa tydeligvis befølges, skal stenene blive rigtig ordnede.

22. Hvorledes skal vi da komme efter, hvad der er stenenes væsentligste egenskaber? Fra først af kan dette synes et haabløst arbeide. Men skjønt der unegtelig er mange vanskeligheder, forsvinder mange af dem, naar vi betragter dem nøiere. Vi mærker snart, at der kan findes et meget enkelt inddelingsprincip, ved hjælp af hvilket bergarterne kan ordnes i et langt mindre antal grupper, end man skulde formode. Lad os forsøge os frem ved eksempler.

23. Vi antager, at vi har liggende for os 3 slags sten:

1. Et stykke sandsten.

2. Et stykke granit.

3. Et' stykke kridt eller kalksten.

Disse stenarter forekommer saa almindelig, at de sandsynligvis vil være de fleste læsere vel bekjendte. De, som ikke kjender dem af udseende,kan let skaffe sig prøver af dem, hvad de ogsaa bør gjøre, hvis de skal have fuld nytte af den følgende fremstilling. Sandsten bruges som bygningsmateriale i mure, ildsteder, til heller og lignende. Den bruges ogsaa til slibestene. Granit sees nu hyppig-i søiler i offentlige bygninger og de store butiker. I mange af de store byer bruges den til brolægning af gaderne. Den bruges ogsaa til gravstene. Almindeligt hvidt kridt er det unødvendigt at beskrive. Hvor det ikke kan faaes, vil et stykke

Fig. 1. Et stykke sandsten.

kalksten, der indeholder „forsteninger" (se stykke 94) gjøre samme nytte.

24. Tag sandstensstykket i haanden, undersøg det nøiagtig, hvis kornene er meget fine, endog med forstørrelsesglas. Skriv efterhvert op de egenskaber, De finder. Farven bryr De Dem naturligvis lidet om; thi ligesom bøger kan sandstenen være rød, hvid, gul og grøn eller omtrent af hvilkensomhelst farve. Hellerikke tillægges haardheden eller blødheden vægt som nogen væsentlig egenskab; thi endog i et og samme stykke sandsten kan en del være ganske haard, men lige ved siden af kan stenen være blød og smuldrende.25. Hvis

sandstensstykket er heldig valgt, vil De kunne skrive op følgende egenskaber:

1) Stenen bestaar af smaa korn.

2) Kornene er mer eller mindre runde eller slidte.

3) Skraber man paa stenen, kan man løsne de enkelte korn,.og i denne løse tilstand ser man, at de ikke' er andet end sandkorn.

4) En mere nøiagtig undersøgelse af stenen viser, at kornene gjerne ligger i planer, som løber saa nogenlunde parallelt, og at , det. er efter disse planer stenen lettest kløves.

5) Kornene er af forskjellig størrelse og forskjelligt stof. Farven kan udenpaa være meget forskjellig — dunkel, hvid, gul, rød eller grøn; men bryder man kornene over, viser det sig, at de fleste bestaar af et meget haardt, gjennemsigtigt, næsten hvidt, eller ganske farveløst stof, der ligner glas. Nogle er maaske smaa plader eller skjæl af et stof, der glinser som sølv. Andre er blødere og ser ud som etslags muld med omtrent samme farve, som stenen almindeligvis har. I samme slags sandsten ligger de forskjellige korn tæt ind til hinanden. I andre er de skilte ad ved etslags bindemateriale, der sammenføier dem alle til en fast sten. Det er dette bindemateriale, der sædvanligvis gir stenen farve, saasom det ofte er rødt eller gult, og undertiden ogsaa grønt, brunt, purpurrødt og endog sort.

26. I korthed kan vi altsaa beskrive vort s andstens stykke som en sten, der er sammensat af slidte, afrundede horn tilhørende forskjellige andre stene eller mineralske stoffer. Disse korn er ordnede i lag.

27. Graa nu frem paa samme maade med granitstykket. At den i store træk har et ganske14

andet udseende, ser De øieblikkelig. Efter lidt nærmere betragtning er De istand til at finde ud og skrive af følgende:

Fig. 2. Et stykke granit.

1) Stenen har ingen afrundede korn.

2) Den er dannet af tre forskjellige stoffer eller mineralier, hvoraf hvert har sin specielle krystalform (se kemi 23). Et af dem, f. eks. feldspat, ligger i lange, mer eller mindre skarpt afgrænsede krystaller eller krystallinske brudstykker med glat overflade og blegt kjødrød eller mat hvid farve. Man kan saavidt ridse i dem med spidsen af en kniv. Dette er de lange hvide legemer med skarp kant, som sees i tegningen (fig. 2). Et andet, der' kaldes glimmer, ligger i klare, sølvglinsende plader, som let kan ridses og kløves i gjennemsigtige, tynde blade. Ved at sammenligne disse skinnende plader med de smaa sølvglinsende skjæl i sandstenen, vil man se, at de er begge det samme stof. Den tredje af granitens bestanddele, kvarts, er et meget haardt, gjennemsigtigt, glasagtigt stof, som kniven aldeles ikke ridser i, men som gjenkjendes som det samme stof, hvoraf størstedelen af kornene i sandstenen bestaar.3) Krystallerne i graniten forekommer ikke i nogen bestemt orden, men ligger strøede regelløst omkring i hele stenen og synes at være sammengroede med hinanden.

28. Dette er egenskaber, der er paafaldende forskjellige fra sandstenens. I korthed kan vi bestemme dem omtrent saaledes: — Graniten er en-sten sammensat af tre særskilte krystallinske mineraler; disse dens forskjellige bestanddele er ikke leiredé i nogen bestemt orden, men ligger uregelmæssig strøede ind imellem hverandre.

29. Naar De endelig anvender den samme undersøgelsesmetode paa kridtstykket, vil De maaske ved første øiekast synes, at denne sten ikke har nogen tydelig fremtrædende egenskaber. Det er et blødt, hvidt smuldrende stof, det smitter paa fingrene, naar man tar i det, og synes hverken at indeholde korn som sandstenen eller krystaller som graniten. Det vil maaske blive nødvendigt at bruge forstørrelsesglas eller endog mikroskop forat kunne se, hvordan kriolt egentlig er beskaffent. Tag en fin børste og stryg lidt kridt ned i et glas rent vand. Ryst det forsigtigt og lad det henstaa, indtil der har dannet sig et lag paa bunden. Hæld vandet af, læg noget af bundfaldet paa en glasplade og betragt det under mikroskop eller forstørrelsesglas (se stykke 142). Det vil da befindes at have skarpt udprægede egenskaber, som kan skrives op saaledes:

1) Skjønt stenen for det blotte øie synes at være meget finere og mer ensartet i sin bygning end baade sandstenen og graniten, er den sammensat af fine smaalegemer, dér ligner hinanden . i farve og sammensætning, men hvoraf hvert ofte har sin særskilte form.

2) Den bestaar af forskjellige bitte smaa stumperaf større muslingskaller og sjøpindsvin, stykker af koraller, stumper af svampe og hvide smaadele, der øiensynlig er rester af „organismer", det vil sige forhenværende dyr. I iig. 3 sees nogen af disse kridtkorn, som de tager sig ud

Fig. 3. Korn af et stykke kridt.

sete under et mikroskop, der forstørrer 50 gange. Her og der finder man ogsaa større, temmelig hele muslingskaller, sjøpindsvin og levninger af andre havdyr indleiede i kridtet (se fig. 23).

30. Disse egenskaber kan sammenfattes i følgende korte, men saalangt den gaar, nøiagtige beskrivelse: kridt er en bergart, der er dannet af levningerne af, hvad der engang har været levende dyr.

31. Har man ikke anledning til at faa fat i kridt, kan man maaske skaffe sig et stykke kalksten, bestaaende hovedsagelig eller udelukkende af stumper af skjæl eller andre „organiske rester", der er saa-vidt store, at de kan kjendes. Et vsaadant haand-stykke kan være en fast sten, og farven kan være, som den vil. Lad den være ligesaa ulig kridt, som kridt er ulig granit, bestaar den blot af sammen-kittede stumper af forhenværende dyr, hører den aabenbart til den samme klasse som den, der er beskreven i foregaaende stykke (se fig. 24).32. Dette slags praktiske undersøgelse burde gjentages atter og atter, indtil man er blet ganske fortrolig med de her fremstillede egenskaber. Disse tre stenarter er i virkeligheden prøver paa tre store grupper, hvori de fleste bergarter over hele jordkloden kan ordnes. Har man derfor vundet en fuldstændig, erfaringsmæssig indsigt i, hvorledes et stykke sandsten eller kridt eller granit er sammensat, saa har man herved erhvervet et fortræffeligt udgangs punkt for geologisk granskning. Ved dette grundlag banes veien til forstaaelsen af, hvorledes bergarterne i fjeldene, dalene og ved havkysten er blet til.

33. Trods den tilsyneladende uendelige mangfoldighed af bergarter, jordkloden er bygget af, kan de altsaa ved en smule studium grupperes i nogle faa klasser. Vi følger et greit inddelingsprincip og finder, at enhver sten vi støder paa, falder naturlig i sin gruppe. Uden at opholde os stort ved den blotte ydre form eller farve søger vi at opdage de væsentlige egenskaber ved en stenart og den grundforskjel, hvorved den afviger fra en anden. Vi stræber at udfinde, hvad den er gjort af, og hvorledes den er bygget. Efter resultatet af vore undersøgelser henfører vi den da til sandstenssgruppen, granitgruppen eller kridtgruppen.

Hvad stenene kan fortælle os.

34. Drev vi det ikke længer end til blot at kunne ordne stenene i deres respektive afdeling, vilde det neppe lønne sig overhovedet at undersøge dem. Det vilde være, omtrent som om vi satte et bibliothek i en saa udmærket orden, at vi øieblikkelig kunde finde den bog, vi ønskede paa sin rette hylde og i sin rette afdeling —

Geikie: Geologi. 2men saa slog os til ro med at have ordnet dem saa systematisk og aldrig aabnede nogen af bøgerne. Bare at klassifisere nogen stene, blomster, fugle, fiske eller andre naturgjenstande er ligesaa unyttigt som en saadan ordning af et bibliothek, hvis vi ikke betjener os deraf for bedre at forstaa disse gjenstandes natur og det forhold, de staar i til hinanden.

35. Vi maa vænne os til at klassifisere alt, hvad vi opdager. Klassifikation eller inddeling ligger til grund for al sand videnskab. Uden den kunde vi ikke gjøre store fremskridt. Vi kom altid til at være i vildrede, og naar vi opdagede noget nyt, kom vi aldrig til at vide, hvad vi skulde gjøre med det. Det vilde være, omtrent som om man viste os ind i en stor sal, hvor vi skulde søge vor uddannelse paa egen haand, og i denne sal laa der over gulv og gallerier stabler af bøger i alle sprog og om alle mulige gjenstande, men spredte i en haabløs forvirring.

36. xLad os nu se, om vi kan finde en inddeling for den uendelige mangfoldighed af sten, som jorden indeholder, og hvorledes en saadan inddeling kan hjælpe os i vore undersøgelser. Vi tar igjen vore tre stene — sandstenen, kridt og granit — og sammenligner andre stene med dem. Vi gaar hen til nærmeste grube eller stenbrud eller gjel

— til hvilkensomhelst aabning i overfladen, der tillader os at se ned under græsset og mulden. Paa et sted træffer vi kanske en lergrav, paa et andet et sandstensbrud, paa et tredje en skjæring gjennem den faste klippe, paa et fjerde et ægte gjel, paa bunden af hvilken der løber en bæk. For vort nærværende formaal er det ligegyldigt, hvad slags aabning det er, bare den viser, hvad der ligger under mulden. Paa alle saadanne steder støder vi paa en eller anden sten eller bergart, maaske paa flerearter. Ordet „bergart" bruges i geologien forat betegne enhver større masse mineralsk stof, der forefindes i naturen. I geologisk betydning er derfor sand, ler, grus og torv ligesaameget „bergarter" som sand, sten eller kalksten. Efter nogen iagttagelse og øvelse lærer man at indse, at de forskjellige bergarter kan bringes ind under en af de tre allerede nævnte afdelinger.

Et stort antal stene vil saaledes komme til at svare til de almindelige egenskaber, vi fandt hos sandstenen (stykke 24—26). Disse ordner vi naturligvis i sandstensgruppen. Saa støder vi paa en mængde sten, der fuldstændig eller for størstedelen er dannede af plante- og dyrerester. Disse maa øiensynlig henføres til kridtgruppen. Endelig er der mange stene, der er dannede. af forskjellige slags krystaller; der er ogsaa mange forskjellige slags krystaller, men indtil videre skal vi ikke gaa ind paa disse forskjelligheder. Vi kan, foreløbig ialfald, indordne alle krystallinske bergarter under granitgruppen.

37. Paa denne maade gaar vi ifra de smaasten, som vi kan holde i haanden, til de stenmasser, der ligger under en hel bygd, eller endog under et helt land. Hvis undersøgelsen foretoges i England f. eks., vilde det vise sig, at et langt høidedrag, der strækker sig tvertover England fra kysten af Dorsetshire til kysten af Yorkshire er dannet af kridt, og at andre de]e af landet hviler paa bergarter, der i mange henseender ligner kridt. Vi vilde opdage, at en stor del af Storbritannien bestaar af samme stenart som sandstensstykket, f. eks. bjergene og dalene i størstedelen af Wales, Lancashire og Sydskotland. Hvis vi klatrede op paa toppen af nogle af Englands høieste bjerge, f. eks. Grrampianbjergene, vilde vi finde, at de var

2*20

byggede af faste granitmasser, eller af bergarter hørende til vor granitgruppe. Lidt iagttagelse, uanset i hvilken del af verden, vil sætte os istand til at samle tilfredsstillende beviser paa, at de forskjellige stenarter ikke er strøede hulter til bulter over jordkloden, men at de hver har sin egen plads, og at fjeld og dal har sine særegne former efter de stenarter, hvoraf de bestaar.

38. Naar vi anstiller endel nærmere undersøgelser om disse ting, kommer vi underveir med, at hvis vi kun forstaar at stille vore spørgsmaal til bergarterne rigtig, kan vi faa ganske greie og bestemte svar. Bergarterne kan sammenlignes med bøger, som hver har et stykke historie at fortælle; Den historie, som bergarterne fortæller, er historien om den jord, vi bor paa — hvorledes den er dannet, og hvilke merkværdige forandringer den har undergaaet. Naar vi læser historiske bøger, følger vi de forandringer, der er foregaaede i et land i gamle tider. Vi ser, hvorledes slag er bleven udkjæmpede, love stiftede, og hvorledes gamle sæder lidt efter lidt er forsvundne. Jo mere vi ved om fortidens begivenheder, jo bedre forstaar vi, hvorledes nutidens love og sæder er blit, hvad de er.

39. Den faste jord under vore fødder har ogsaa en historie ligesaavel som folkene, der bor paa dens overflade. Tag England som eksempel. Man er ved undersøgelsen af bergarterne i England kommen efter, at engang har størstedelen af dette land saavelsom Europa og Nordamerika været begravet under is, som Grønland nu er. Endnu tidli-

gere har det havt kratskove af palmetrær og andre tropiske vækster. Og før den tid igjen har det ligget under et stort hav, der strakte sig tversover hele den nuværende midtre del af Europa. Endnu21

længre tilbage kan igjen paavises perioder, da dét har været et skovbevokset land eller har bestaaet af store myrer og sumper. Saa har det forud for den tid atter igjen været begravet under havet. Skridt for skridt kan vi følge denne forunderlige historie bagover med ligesaa stor sikkerhed, som vi efterviser Julius Cæsars eller Vilhelm Erobrerens virksomhed.

40: Beretningerne om alle disse gamle revolutioner i jordoverfladen indeholdes i stenene under vore fødder. At findeud, hvorledes disse stene er dannede og blet, som vi nu ser dem, er at bringe for dagen en del af jordens

historie. Denne historie er skreven i et klart og læseligt sprog, som man med nogen taalmodighed let biir herre over. Og har vi engang lært at læse, er vi ikke tilfreds med, hvad vi kan lære af bøger.' Naar vi opdager, at enhver liden smaasten har sin del af historien at fortælle, blir det en stadig voksende kilde til fornøielse for os at gaa til stenbruddene og bækkene, til strandbredderne og op i fjeldsiderne, til hvilketsomhelst sted, kortsagt, hvor klipperne kan undersøges, forat vi kan stille spørgsmaal til dem og lade dem fortælle os jordklodens historie fra gamle dage.

41. Hensigten med denne lille bog er at give læserne et greb paa, hvorledes de skal bære sig ad med at stille forstandige spørgsmaal til enhver sten og klippe, de støder paa. Vi skal begynde med det, som er allermest simpelt og velbekjendt, og ved hvert skridt henvise til ting, som vi allerede er fortrolig med. Paa den maade vil de føle, hvor sikkert og jævnt de gaar fremad, og tilsidst vil de de blive istand til at fortsætte spørgsmaalene paa egen haand uden nogen større hjælp af bøger eller venner. De forandringer, som nu gaar for sig paa landets overflade og havets bund, har været

Lvirksomme ifra de fjerneste tider og altid frembragt de samme virkninger. I samme grad, som vi gjør os umage med at forstaa naturbegivenhedernes gang i den nærværende tid, blir vi ogsaa istand til at følge beretningerne om lignende begivenheder i jordklodens .tidligere historie — beretninger, derpaa behørig maade er optegnede i de bergarter, som det er geologiens opgave at granske.

Lagdelte bergarter. I. . Hvad der forstaaes med „lag".

42. Klipperne og stenene under vore fødder er altsaa fulde af en historie om gamle omvæltninger paa jordkloden. Forat læse. denne historie maa vi aabenbart besidde to betingelser. Vi maa forstaa at gjøre iagttagelser og at ordne og sammenligne vore iagttagelser. Iagttagelsesmetoden blev belyst i det foregaaende ved den maade, hvor-paa vi fandt definitioner af de forskjellige stenarter. Hvorledes vi lærer os til at ordne eller klassifisere, gav vi prøver paa ved inddelingen af bergarterne i tre grupper.

43. Vi kaldte dem for bekvemmeligheds skyld sandstensgruppen, kridtgruppen og granitgruppen. Men der ' er mere passende navne i brug. Vi vil derfor henføre alle bergarter, der har samme egenskaber som sandstenen til lagdelte bergarter. De, som er dannet af resterne af planter eller dyr — som kridtet f. eks., henfører vi til bergarter af organisk oprindelse. De, der — som graniten — er, af krystallinsk natur, henfører vi til eruptive bergarter. Betydningen' af disse navne vil forstaaes, efterhveft, som vi skrider frem.44. Det er allerede paa forhaand rimeligt, at

da hver af disse grupper er saa bestemt adskilt fra hverandre, maa de have hver sin historie. Med andre ord de forskjellige bergarter indenfor hver gruppe maa være dannede paa anden maade end de andre gruppers, ellers kunde de ikke være saa ulige. Lad os derfor tage disse grupper for os en for en. Vi begynder med " lagdelte bergarter, det vil sige de bergarter, som har en mer eller mindre nøiagtig lighed med sandstenen.

45. Men først maa vi forstaa meningen af ordet lagdelt, og hvorfor vi bruger det om bergarter af denne gruppe. Vi tar et glas vand og har noget renvasket grus i; gruset synker straks tilbunds og blir der, selv om vi rører op i vandet. Vi lukker glassets munding og ryster det, saa gruset blandes fuldstændig med vandet — saasnart vi holder op og sætter glasset paa bordet igjen, ser vi, at gruset er sunket og har dannet et lag paa bunden. Disse smaadele af mineralsk stof, afsatte i vand, er et lag af grus.

48. Istedenfor grus har vi ren sand i vandet og ryster som før. Vi blander den saa fuldstændigt, at i rogle øieblikke efter vi er holdt op, synes vandet ganske grumset. Meri i løbet af faa minutter eller — hvis kornene er meget fine — lidt . mer, er sanden sunken tilbunds og ligger som et bundfald under vandet. Dette bundfald er et lag af sand.

47. Derpaa tar vi lidt slam eller ler og ryster det, indtil det er fuldstændig blandet, med vandet. Naar glasset denne gang sættes tilbage paa bordet, vedbliver vandet at være ganske grumset. Endnu efter nogle timers forløb er vandet ikke klart, men vi ser, at der begynder at vise sig et bundfald. Hvis24

glasset faar staa urørt længe nok, vil det vedblive at forøges, indtil vandet igjen er blevet klart. I dette tilfælde har

vi et lag af ler.

48. Lag er altsaa et bundfald, der efter først at være opslemmet i eller ført afsted med vandet har afleiret sig paa bunden. Jo grovere og tyngre bundfaldet er, jo . hurtigere vil det synke. Er det derimod meget fint, kan det flyde opslemmet i vandet for lang tid.

49. Lagdelte bergarter er altsaa dannede af bundfald, sediment. Og alt eftersom dette sediment er'grovere eller finere, bliver ogsaa de lagdelte bergarter, som er dannede deraf, grovere eller finere.*

50 Lad os tage for os følgeride prøver paa lagdelte bergarter:

1) Et stykke konglomerat (lag. 4).

2) Sandstensstykket, som vi allerede har havt for os (fig. 1). '

3) og et stykke ler skifer' (skalherg Åg. 5).

51. Undersøges nu den første, af disse tre prøver, den som med et fremmed navn er betegnet „konglomerat," saa befindes den at bestaa af smaa tilrundede stene, der er fast sammenkittede. Blev

Fig. 4. Konglomerat.disse runde stene pillede fra hinanden og samlede i en dynge, vilde vi kalde det en grusdynge.

Fig. 5. Et stykke skifer.

Stenene er øiensynlig intet andet end almindelig grus,' som vi finder det ved strandbredden eller i et bækkeleie, og som er hærdet til en fast masse.

52. Tager vi sandstensstykket frem igjen og undersøger det paany, vil vi finde, at de korn, hvoraf det bestaar, ikke er andet end almindelige sandkorn, som vi træffer overalt. Sandsten er sand, der holdes saa fast sammen, at den danner en sten. Ved strandbredden, i et bækkeleie eller en elv kan man finde sand. af saa nogenlunde samme slags, og sammenkittet til en fast masse vilde det danne simpelthen en almindelig sandsten.

53. I den tredje prøve kan kornene i stenen ikke saa let sees, da de er saa smaa. Men tag en kniv og skrab lidt af kanten af stenen og ælt det i nogle draaber vand. Paa den maade faaes etslags deig. Slip denne deig i et glas vand og rør det vel om. Øieblikkelig blir vandet grumset, og holder sig endog grumset nogen tid bagefter. Men lader De glasset henstaa nogle timer, vil De finde, at vandet er blet klart igjen. Det, som kom ned i glasset som en deigagtig masse, er sunket til bunden som et lag af sediment, et bundfald, der ikke er andet end ler. Lerskiferen er altsaa26

intet andet end en sten dannet af fint, leret bundfald eller sediment, ligesom konglomeratet er dannet af grovt, gruset sediment og sandstenen af sammenføiet sandet sediment.

54. „Lagdelte bergarter" er altsaa en meget træffende betegnelse, thi den indbefatter stenarter liggende i lag, sediment, enten sedimentet nu er grovt eller fint.

Ved undersøgelsen af bergarter hørende til denne afdeling, maa to spørgsmaal komme i betragtning: først og fremst, hvorledes er det bundfald opstaaet, hvoraf stenene er dannede, og dernæst: hvorledes er dette bundfald sammenføiet og hærdet til fast sten?

II Hvorledes grus, sand og' ler dannes.

55. Det første skridt i studiet af de lagdelte bergarter er gjort i det foregaaendé, hvor det er paavist, at de bestaar af sediment som f. eks. grus, sand og ler. Det næste skridt er nu at komme efter, hvorledes dette materiale er opstaaet, og hvorledes det er blet samlet og sammenføiet til faste klipper. Her som ved alle lignende geologiske undersøgelser bør man først stille det spørgsmaal: foregaar der nufórtiden noget, der kan forklare det, som her beskjæftiger os? Naar vi, idet vi begynder undersøgelsen, holder os levende for øie, hvad der foregaar nutildags, vil vi langt bedre være istand til at forstaa, hvad der har fundet sted for lang tid siden. Hvorledes opstaar altsaa grus, sand og ler nu i vor tid?

56. Ved en smule opmærksom iagttagelse vil det vise sig, at forskjellen mellem grus og sand kun er en gradsforskjel i kornenes finhed. I grus er der stene, i sand kun korn. Forat se dettetydelig kan man lægge lidt sand under et stærkt forstørrelsesglas, hvorved kornene vil synes saa store, de snarere ser ud som gruskorn. Det vil da vise sig, at hvert korn er en slidt, tilrundet liden sten med smaa rifter og indhulninger paa overfladen, .ganske som paa en smaasten, vi tar ud af en grus-dynge. Trods uligheden i størrelse er altsaa grus og sand den samme ting, kun i forskjellig form. Det er let at skaffe en samling af prøver, der frembyder alle størrelsesgrader ifra fin sand til grovt grus. Ved en strid strøm eller' en stenet kyst vil nogle faa skridt ofte føre. os forbi saadant materiale i de forskjelligste former, lige fra fint sand og op til de største rullestene, uhyre, runde blokker af mange tons vægt. Ved betragtningen lieraf maa vi uvilkaarlig komme til at spørge, hvorledes alle disse stykker, enten de nu er store eller smaa, kan være blet brudte løs, malede saa runde og glatte og ophobede, hvor vi nu finder dem.

57. Forat finde et tilfredsstillende svar paa dette spørgsmaal, vil vi tænke os, at vi befinder os oppe i fjeldene, hvor elvene begynder sit løb. Hvor den bergart, der forefindes, er af haard og fast beskaffenhed, stikker der frem i fjeldsiderne knatter og knauser, nedover hvilke bækkene danser fra afsats til afsats, før de forener sig til større elve i dalbunden. Klipperne er fulde af revner og kløfter, forrevne masser rager op i veiret og synes færdige at styrte overende, og skraaningerne nedenunder er overstrøede af allerede nedfaldne stenblokker af alle størrelser. I et land, hvor der er meget regn, og vintrene er haarde, blir klipper, der er udsatte for veiret, slemt medtagne. De søndersplittes af regn og frost. Hvorledes dette arbeide gaar for sig er forklaret i „Fysisk geografi" stykke133—147. Iler har vi at betragte nogle af resultaterne af ødelæggelsen.

58. Sæt for tydeligheds skyld, at man kunde vælge ud en bestemt klippe af iøinefaldende lys farve, hvorpaa endog meget smaa brudstykker af den kunde kjendes fra dem, der stammede fra klipperne rundt om. Den hæver sig dristigt fra den bratte fjeldside og skuer over en lang skraaningned mod den lille elv, der synes at sno sig som en sølvtraad gjennem de grønne enge dybt nedenunder. I tidens løb har regn og frost arbeidet paa dens ødelæggelse, saa den er fuld af kløfter og bæk-kefar. Naar det sætter ind med regn, blir hver af disse kløfter og revner afløb for en skummende strøm, der fosser nedover skraaningen og feier med sig hvert gran af jord eller løse stene, som ligger i dens Vei.

59. Kunde vi klatre hen paa klippen og se ned i disse frost-sprængte, af vandstrømmene udhulede revner, vilde vi se de tydeligste tegn paa ødelæggelse. Bunden vilde vise sig opfyldt af stenblokke af alle størrelser, der er styrtede ned af klippevæggen paa begge sider. Lavt nede har revnerne skudt frem mængder af samme løsbrudte materiale, og i nogen afstand nedover fra klippens fod er fjeldet overdækket al blokke, der er komne fra de hensmuldrende stenmasser i høiden. Man kan ikke nære spor af tvil om, at alt dette materiale har engang været dele af klippen, at det i aarhundredernes løb er blet løsnet ved elementernes indvirkning, og at klippens forside følgelig langsomt maa rykke tilbage. Hvis de utallige stenblokker, der ligger strøede rundt om, kunde lægges tilbage til det sted, hvor de oprindelig kom fra, vilde udentvil mange af de tilstedeværende kløfter og revner i klippen bli fyldte.60. Det er dog kun en liden del af det ved veiret løssprængte materiale, der nu er tilbage ved foden. En uhyre masse er skaffet bort, og lidt nærmere undersøgelse vil vise os, hvorledes dette er foregaaet. Sæt at bækkeleiet ved foden af den skraaning, som ligger nedenfor klippen, er bestrøet med stykker af klippen. Gik vi elveløbet nedover og undersøgte, stenene i dens leie, vilde vi erfare, hvor endel af det løsbrudte materiale er blevet af. Stenblokkerne paa skraaningen var «mer eller mindre kantede og skarpe. De, som ligger lidt længer nede i bækken, er ikke ganske saa ujevne og skarpkantede. Længer nede finder vi, at overfladens ujevnheder og de skarpe kanter mere og mere forsvinder. Der sees færre store blokker, og de, som virkelig forekommer, er mer glatte og tilrundede, end tilfældet var nær klippen. Endnu længer nede i dalen vil vi maaske finde, at materialet fra klippen er svundet ind til almindelig rullet grus, som strømmen her og der har efterladt sig, og det vilde ikke være vanskeligt at eftervise, hvorledes saadant grus er blevet til sand, eller endog fint slam og ler. Under et forstørrelsesglas vilde denne sand vise sig at bestaa af den samme stenart, som vi gjennem hvert eneste brudstykke opigjennem elven kunde spore helt tilbage til den klippe, hvorfra det oprindelig kom oppe "mellem bjergene.

61. Spørges der nu, hvorfor stenene paa denne maade, slides smaa ved at ligge paa bunden af elven, vil svaret

bedst findes ved at iagttage strømmens arbeide. I smukt veir, naar der er lidet vand og strømmen svag, vilde ingen kunne ane, hvor stor magt strømmen undertiden kan faa. Kunde vi se den samme elv igjen, naar hvert eneste bækkefar i fjeldene efter et svært regnskyl gaar fuldt af30

en rivende strøm, naar hver eneste bæk styrter sig hovedkuls ned i dalen og fylder eller oversvømmer sit leie med svære vandmasser, — vilde vi bedre kunne bedømme det rindende vands magt. Stenene paa bunden af elven kan ikke længer sees, men man kan høre dem dunke mod hinanden og mod siderne og bunden af elveløbet, idet de rives afsted af den stride strøm. De males mod hinanden som

Fig. 6. Kantede stene, der ved regn, frost etc. er løsnede fra en klippe og styrtede ned i en bæk.

i en kværn. De faar da nødvendigvis sine kanter afslidte og siderne glattede, medens de samtidig i elvefaret slider glatte klipperne, over hvilke de skures.

62. Naar stenene styrter eller rives med fra klippen og ned i bækken, er de kantede og skarpe

Pig. 7. Stene fra samme klippe, efteråt de er afrundede ved at rulles i elveleiet.

39(fig. 6). Men naar de er komne et stykke vei nedover og er blet skurede afsted i de rivende strømme, mister de sine skarpe kanter og blir mer eller mindre afrundede (fig. 7), indtil de, maaske efter at være blet flyttede flere kilometer, tilsidst fremtræder som jævnt rundslidt grus. En rund sten føres hurtigere og længere med end en kantet, men effcer haanden kan den slides op til sand (fig. 8).

.63. Eftersom stenene afrundes, blir de samtidig nødvendigvis mindre. Og ikke blot slider de hinanden gjensidig op, de skurer ogsaa med endel fra bunden og siderne af elvefaret. En masse sten maa altsaa paa den maade bli søndermalet til sand og grus.

64. De finere smaadele er lettere at sætte i bevægelse og føres derfor meget længere bort end de større stykker. Medens derfor grus og det grove sand føres langs bunden, blir leret og den

Fig. 8. Sanddynge bestaaende af sten fra samme klippe, som er blet endnu mere søndermalede i elveleiet.

fine sand opslemmede i det rindende vand og kan føres med mange mil, indtil de lidt efter lidt syn-ker tilbunds, og der dannes et lag af mudder og ler (fig. 9).

65. De ser altsaa, at medens elveleierne oppe i fjeldene gjerne er fyldte af store klippeblokker og mængder af skarpkantede stenbrokker, males dette materiale paa veien nedover gradvis sønder og naar lavlandet eller havet kun i form af fint sand og ler. Da elven bestandig rinder, saa fører den altid med sig dette søndermalede materiale fra fjeldene. Men i samme grad, som dette arbeide gaar for sig, smuldrer klipperne hen og forsyner elvene med nyt materiale, saa at de masser af grus og sand, som paa denne vis dannes, maa være overmaade store. Naar vi husker paa det uhyre antal af floder, som i alle verdensdele er i travl virksomhed med dette arbeide, maa vi faa en stærk forestilling om, at det faste land undergaar en stærk ødelæggelsesproces, og at havbunden uaf-

Fig. 9. Et glas vand taget fra samme elv under flom forat vise,

hvorledes de finere dele, der fremkommer ved stenenes sødermaling,

afsættes paa bunden som et lag af ler.

ladelig maa faa tilført store masser af sediment. (Se Fysisk geografi stykke 244):

66. Men det er ikke blot i bække- og elveleier, vi kan iagttage, hvorledes de haardeste klipper males til grus og sand. Ved en klippefuld kyst ved havet vil vi kunne faa et maaske endnu stærkereindtryk af denne ødelæggelse. Hvis klipperne hæver sig fra strandbredden lige ved sjøen, kan vi straks se, hvor høit op bølgerne naar. Oventil er klippen ujevn og sønderreven — det er der, hvor regn, frost og kilder har virket paa den. (Se Fysisk- geografi stykke 143—144). Men nede ved foden er klippen glattet og jævnet, som tilfældet var med bunden og siderne i fjeldbækken. Hvad er det, som har gjort klippens fod glat, men ladet' det ovenfor liggende' parti beholde sit ru og

forvitrede udseende? I løsningen af dette spørgsmaal ligger ogsaa svaret paa, hvor stor andel havet har i den gradvise tilintetgjøreise af det faste land.

67. Store blokker af den ved veirets indvirkning forrevne klippe er løsnede og faldne ned paa stranden. Andre er færdige at styrte ned. De er øiensynlig blet løssprængte af de samme aarsager og paa samme maade, som vi har beskrevet i stykke 58—65. Undersøg de nedfaldne stykker, og De vil se, at sædvanlig har kun de, der ligger nede ved foden af klippen og endnu ikke er flyttede af vandet, beholdt sine skarpe kanter. De, som er blet flyttede lidt længere ud, viser mærker af at være blet skurede mod hinanden, medens den største del af stranden er bestrøet med glatte, tilrundede stene af alle størrelser.

68. Paa en stille dag, naar smaabølgerne triller mod stranden, kan man ikke let danne sig nogen forestilling om, hvilken magt havet har til søndermale fast fjeld og løse stene, ligesaalidt som det er muligt at forestille sig, hvad arbeide elven kan udføre, ved at se den slæbe sig langs leiet i tørken. Men kunde vi stille os i nærheden af klippen under en storm, da vilde vi ikke behøve nogen videre forklaring

Geikie: Geologi. 3angaaende bølgernes evne til at søndermale endog de haardeste klipper. Enhver af de vældige braadsjøer, som vælter brusende og sydende op paa stranden, løfter de der liggende stene og slynger dem mod foden af klippen, hvorpaa de ogsaa selv brydes til skum. Naar den grønne, sydende vandmasse synker tilbage igjen forat give plads for en ny brænding, kan man maaske i kilometers afstand høre larmen af de raslende og rullende stene, der skures mod hinanden, medens de slæbes nedover stranden, for atter paany at opfanges og skylles imod foden af klippen. Der kan ikke tænkes nogen kraftigere mølle til at støde klipperne smaa. og omdanne dem til søndermalet grus og sand. (Se fysisk geografi stykke 235—237). Ligesom i bjergstrømmene og elveleierne findes altsaa ogsaa langs havstranden stykker af klipperne fra det faste land paa alle trin af søndermaling, ifra de store kantede blokker til det fineste sand og ler.

69. Paa spørgsmaalet: „hvorledes opstaar sand og grus.?" har vi nu fundet et klogt og greit svar: Sand og grus er sten der er løsnet fra det faste fjeld og søndermalet ved vandets bevægelse. Materiale, som paa den maade er søndermalet og skuret glat, siges at have „rullet" eller at være opslidt afvand. Imidlertid er det ikke selve vandet, som slider det op. Stenene søndermales egentlig ved friktionen, idet de skures mod hinanden, eller mod den ujævne bund, og det, som vandet gjør, er væsentlig at holde dem i bevægelse, saaledes at de kommer til at skures mod hinanden.III Hvorledes grus, sand og ler Mir til lag-. delte b er g arter.

70. I undersøgelsen af de lagdelte bergarters natur og oprindelse er vi nu komne saa langt, at vi skjønner, hvor det materiale, hvoraf de bestaar, stammer fra. Men det videre spørgsmaal, hvorledes dette materiale er blet sammenføiet og hærdet til fast sten, staar endnu tilbage. Vi maa her som før søge svaret i, hvad der foregaar omkring os. Ved at vende tilbage igjen til elven og havet vil vi kunne gjøre dette næste punkt i vor undersøgelse klart og forstaaeligt.

71. Vand flyder hurtigere over en brat skraaning end en svag. Ved at flyde hurtigere faar det mere magt. Lægges smaasten af forskjellig størrelse i et traug med vand, vil man ved at hæve den ene ende stærkere eller svagere op og ned se, at de rives mere med, naar vandet flyder hurtig, end naar det flyder langsomt. Jo større en strøms bevægelseshastighedj jo større flytteevne har den. Bevægelseshastigheden afhænger af hældningen. Ligesom der er forskjel paa hældningen i det terræn, som de forskjellige floder eller de forskjellige dele af samme flod gjennemløber, og følgelig paa strømmens bevægelseshastighed, saaledes maa der ogsaa blive stor forskjel paa, hvor store stene de er istand til at føre med sig.

72. Saalænge en strøm bevæger sig hurtig, hindrer den grus, sand og ler, fra, at synke. I det i stykkerne 45—47 beskrevne forsøg forblev bundfaldet opslemmet i vandet, saalænge dette blev rystet. Det sank først tilbunds, naar vandets bevægelse begyndte at tabe sig, gruset først, leret mere langsomt. Dette eksempel belyser, hvad der gaar for sig i alle rindende vande paa jordkloden. En hurtig strøm, river afsted ikke blot ler og sand,

men ogsaa grus. Naar dens hastighed taber sig, synker først gruset tilbunds som bundfald, sanden synker langsommere og føres altsaa længere bort, medens slam og ler svæver længe i vandet, føres bort til langt fjernere

steder og falder tilbunds med den yderste langsomhed.

73. Rigtigheden af det her anførte kan prøves, naarsomhelst leilighed gives. Det sker bedst ved en undersøgelse af klippefulde elve og bækkeløb, der etsteds har brat fald, et andet sted løber jævnt, og hvor der er nok grus og sand til, at man kan lære vandets flytteevne at kjende. Under saadanne omstændigheder vil man finde, at hvor vandet flyder raskt over klipper og skrænter, har det kraft nok til at rive endog store stenblokker med. Under strygene. er strømleiet bestrøet med større rullestene og grovt grus, som vandet hurtig slipper, saasnart det ved at gaa over fra et brat til et mere jævnt løb taber noget af sin hurtighed og følgelig af sin magt til at føre med sig. Det finere slags bundfald findes ikke afleiret i de bratte partier af løbet. Men hvor hældningen blir svag, begynder strømmen at afsætte fin sand, og naar den kommer ind paa sletterne, blir vandet saa stille, at ogsaa, det fine ler og slam kan synke.

74. Efter egne iagttagelser af denne art vilde vi bli afgjort sikre paa, at leier af grus tyder paa stærk strøm, leier af sand paa mindre stærk, medens lerjag viser os, hvor vandet enten har havt en svag bevægelse eller aldeles ingen. Disse slutninger vilde være grundede paa erfaring. Naturen arbeider altid ens og uforanderligt, saa naar vi finder, at en vis virkning er frembragt af en vis aarsag, har vi ret til at tro, at det foregaar efter en uforanderlig naturlov.

75. Læg nu mærke til, hvor vigtige disse slut-ninger, grundede paa faktisk iagttagelse, blir, naar vi begynder at undersøge, hvorledes de forskjellige stenarter er opstaaede. Har vi bragt paa det rene, hvorledes forskjellige arter af lag dannes, er vi et godt stykke paa vei til at forstaa, hvorledes lagdelte bergarter er blet til. Mange af disse bergarter er nu fast, haard sten og bruges til at brolægge gader eller bygge huse. Men vi har seet, at den blotte haardhed eller blødhed har liden betydning, og at det, som det kommer an paa, er stenartens sammensætning eller det materiale, hvoraf stenarten er dannet. Naar vi finder, at dette materiale er korn af grus, sand og slam, der er „rullede" eller dannede ved vandets hjælp, ved vi' med sikkerhed, at uanset, hvor haard stenen nu kan være, har den engang været løst sediment eller bundfald, afleiret under vandet.

76. Naar. vi finder ud, hvad slags sediment en bergart er dannet af, ved vi fremdeles ogsaa noget om det vand, der har staaet der, hvor bergartens bestanddele er bundfældte. Et stykke konglomerat er aabenbart kun en sammenkittet masse aur, og vi er straks sikre paa, at den aur, som aur nutildags, har rullet paa grundt vand, som f. eks. et flodleie eller havstranden. Bergarter dannede af fint ler og slam, som f. eks. lerskifer, kan derimod antages at være afsat i dybere eller mere stille vand, hvor kun de finere partikler naaede hen.

77. Vi har iagttaget, hvorledes de forskjellige arter sediment søndermales og føres med af elve, floder og bølger. Vi maa nu finde ud,, hvad der blir af dette materiale, naar det tilsidst samles paa steder, hvor det kan dynges op, uden bestandig at bli bortskyllet igjen. Der er tildels gjort rede for dette i „Fysisk geografi" stykke 182—186, hvor det er paavist, at det, fra det faste land løs-nede dele efter at være søndermalede i elve og floder, tilsidst bæres ud i havet og leirer sig paa bunden.

78. Disse sedimentlag paa havbunden blir lidt efter lidt til haarde stenlag, det vil sige, de hærdes til sandsten, skifer eller andre lagdelte, bergarter. Vi kan ikke se, hvad der foregaar paa bunden af havet, men.: vi kan faa en forestilling om det ved at iagttage, hvad der finder sted i stillestaaende van dan samlinger paa landjorden. De regnpytter, der i vaadt veir samler sig under en svagt skraanende bakke paa en vei,, kan give os en idé om, hvorledes sediment afsættes. Vi følger en af de smaa bække, som regnet har dannet, nedover bakken. Det mudrede vand fører med sig sand, aur, stumper af kork, træsplinter,, papir og ellers alt, der ligger i dets vei,. indtil det løber ud. i en stor pyt, som har dannet sig paa veien. Saalænge vandet flyder hurtigt, feier det grus og sand med; naar det begynder at flyde sagtere over det flade parti nede ved dammen, taber det i evne til at føre med sig og maa efterlade noget af den byrde af bundfald, som det bærer paa: De tyngste dele synker først, og det sker der, hvor strømmen taber farten ved at møde det stillestaaende vand i dammen. Den del af dammen, hvor strømmen udmunder, fyldes lidt efter lidt op, med undtagelse, af den kanal, strømmen holder aaben for sig selv. Denne afleiring af bundfald skyder sin tunge videre og videre ud i vandet — hvis regnet varede længe nok, vilde den tilslut fylde hele pytten, undtagen den bugtede, kanal, hvorigjennem strømmen gaar. Det er kun den grove sand, der samler sig ved mundingen. Det finere sand og slam gaar tversgjennem pytten, idet en del af det afsættes paa

bunden, og en del slipper bort med det mudrede39

vand, der strømmer ud igjen ved den anden ende af dammen. Vandet har paa veien fra den ene side til den anden ikke havt tid til at lade sin byrdesynke tilbunds.

79. Hvis ikke vognhjul eller andet kommer og bringer forstyrrelse i pytten, vil sandet, naar regnet er ophørt, roligt synke ned og fordampe, saa fordybningen blir lagt tør.. Nu kan vi undersøge bunden af pytten og se nøiagtig, hvad der foregik, da det mudrede vand fyldte den. Ved den øvre ende ligger den tunge af sand, som strømmen her dannede —. i formindsket maalestok et ægte delta („Fysisk geografik stykke 185). Resten af bunden er bedækket med fin sand eller mudder, der er mere eller mindre jævnt udbredt over hele det stykke, som vandet strakte sig over.

80. Med en kniv skjærer vi forsigtig et snit eller hul i disse lag forat se, hvad de bestaar af fra øverst til nederst. En saadan gjennemskjæring kaldes et profil eller tværsnit og kan være af hvilkensomhelst størrelse. Et elvefar med steile sider, væggen i en bergrevne, siderne af et Stenbrud eller en gjennemskjæring, et kystparti med bratte klippevægge, er alle snit. af de bergarter, som forefindes paa vedkommende sted.

81. I midten af fordybningen er det sediment, som sandet har medbragt, dynget op i en dybde af en tomme, f. eks.; under sedimentet der har vi den faste landevei. Det første, som falder os i øinene ved nærmere betragtning af snittet, er sandsynligvis den omstændighed, at det mudrede bundfald øiensynlig er afleiret i en bestemt orden. En. tegning af snittet vilde se ud omtrent som fig.. 10, materialet er blet afleiret i lag, det ene fladt ovenpaa det andet, nogle finere, andre grovere. Det grove bundfald findes hovedsagelig paa bunden. Idet vihenholder os til den' tankerække, som allerede (stykke 74) er forklaret, kan vi altsaa slutte, at det vidner om en stærkere strøm i begyndelsen af regnskuren, hvorved sand og smaasten kom til at føres tversover pytten. Men efterhvert som regnen aftog, blev bækkene, paa veien mindre og strømmene i pytten svagere. Istedenfor sand blev der da kun afsat fint slam. Denne rækkefølge i begivenhederne er tydelig berettet i det lille snit gjennem lagene i pytten. De øverste af lagene er af finere bund-

Fig. 10. Snit af lag afleirede i en regnpyt paa en vei. a. Veifiaden. b. Lag af grov sand med slumper af kul og aske. c. Lag der indeholder kviste, slumper af halmstraa, blade,' papir, o. 1.

fald end de nederste. Sammen med auren, sandet og mudderet kan man maaske se træstumper, blade og kviste, som er blet førte afsted med det rindende vand og indleirede i det øvrige bundfald.

82. Iagttagelser som disse kunde maaske ansees for bagateller. Det arbeide, som regnet udfører i en pyt paa veien, kan synes altfor ubetydeligt til at danne noget grundlag for en dom om, hvad der foregaar paa jordkloden i stor maalestok. Men det har mindre at betyde, i hvor stor maalestok operationerne foretages. Hvad vi bør havefor øie er med egne øine at se, hvorledes naturen arbeider. Vi har ikke alle leilighed til at se dette i stor maalestok. Det er derfor af stor vigtighed — og vil bidrage, til at forøge vor interesse for disse ting — at være sikker paa, at hvis vi iagttager og forstaar det, som foregaar omkring os, om end i liden maalestok, erhverver vi solidere kundskaber, end om vi blot med undren ser paa større foreteelser uden at forsøge at komme efter, hvorledes de frembringes. Det burde ogsaa erindres, at naar naturkræfternes virksomhed kan granskes i mindre maalestok, er de ofte lettere at undersøge og derfor som uddannelsesmiddel tjenligere, end hvor de udfolder sig i storslagne forhold. Gjør vi os altsaa nøie fortrolige med, hvad der foregaar i en vandpyt, hvori regnvandet har skyllet bundfald fra heldningen ovenfor, lægger vi dermed en grundvold, ud fra hvilken det vil blive muligt at fastslaa, hvorledes lagdelte bergarter dannes og er blet dannede verden over.

83. Tænk Dem istedenfor pytten en stor indsjø som f. eks. Genfersjøen; forestil Dem, istedenfor den lille spinkle bæk dannet af regnvandet, en stor flod som Ehone, der uafladelig næres af regnet, sneen, og kilderne i en uhyre fjeldkjæde. Der synes ikke at kunne gjøres nogen sammenligning mellem pytten og den store indsjø. Vi ser med undren paa floden, som stryger saa hurtigt afsted og gaar i skummende, grumsede bølger fra bred til bred. Vi betragter den, naar den munder ud i sjøen, hvorledes bølgerne en for en forsvinder og floden med sit brusende oprør taber sig i sjøens dunkle, blaa vande. Men hvis vi stiger op paa et af de bratte bjerge, der hæver sig paa

begge sider af Genfersjøens øvre ende og fra en høide af nogle hundrede fod vender blikket ned mod floden og sjøen, vil vi stærktmindes om bækken og pytten paa veien. Foran os ligger dalbunden udbredt som et kart. Modens bugtninger, de flade, grønne engmarker, der paa begge sider løber som en lang. tunge ud i sjøen, de smaa landsteder og landsbyer, veilinjerne.— alt er saaledes svundet ind paa afstand, at vi med et øiekast overskuer det hele. Den grønne landtunge, der fylder sjøens -øvre ende og løber langs floden paa begge sider, er deltaet. Det er blet dannet paa samme maade som deltaet i vandpytten, kun har det istedenfor timer brugt aartusener til sin dannelse. Et par kilometer fra kysten, nede paa de flade marker, ligger en liden landsby, der engang, for en 1800 aar siden, laa ved sjøens bred, noget, som ogsaa dens navn Portvallais (port betyder havn) tyder paa. Moden har altsaa skudt sit delta et par kilometer frem siden Romernes dage.

84. Fra et høitliggende sted med udsigt over sjøens øverste parti kan vi saa omtrentlig se, hvorledes sedimentet afsættes paa bunden. Rhonen er meget grumset, og da slammet her har hvid farve, sætter vandets melkeagtige udseende øiet istand til at følge flodens løb, idet den trænger sig ind i den klare "blaa sjø. Fra vort høie stade kan vi forfølge den mathvide, grumsede strøm et stykke ud fra kysten, indtil den blander sig med sjøens vand og blir borte.

85.. Lad os nu gaa til den nedre ende af sjøen og se paa udjøbet. Der sees ikke spor til, at vandet er grumset. Tvertom, vi har aldrig seet gjennemsigtigere, klarere, blankere vand end det, som stryger nedover mellem bredderne og under broerne ved Grenf. Hvor er der blet af den tykning af mathvidt slam, som bredte sig ud over sjøen der, hvor floden mundede ud? Det har leiret sig paa bunden altsammen. Dag efter dag, aarefter aar, aarhundrede efter aarhundrede spredes denne muddermasse der og synker tilbunds, idet den rastløse flod stadig tilfører nye masser.

86. Var alt vandet bortledet fra sjøen, vilde vi finde dens bund dækket af sedimentlag, de grovere dele — rullesten og grus — vilde findes ved den øvre ende, hvor strømmen flyder stærkest, og ligeledes ved siderne, hvor bergstrømmen falder ud i vandet. De finere dele — sand og ler — vilde dække den større del af bunden. De ophobede lag vilde være tykkest oppe mod den øvre ende af sjøen, da det er fra den kant, de oprindelig er kommet.

87. Hvis man gjorde boringer gjennem disse opdyngede masser, vilde de paa sine steder befindes at være maaske flere hundrede fod tykke, og ved at grave ned i dem vilde De finde samme ordning i flade lag som i regnpytten. Sand, ler og aur vilde muligvis veksle med hinanden lige til toppen, men altid i leier eller lag, det ene paa det andet.

88. Skjønt Genfersjøen er mange tusen gange større end vor lille vandpyt, er dog den ogsaa kun en meget liden pyt i sammenligning med det store verdenshav. Ved en af de store floders udmunding i havet er der anledning til grundig at overbevise sig om, at størrelsen alene ikke forandrer arten af det arbeide, som floden og havet udfører. Vi har den samme proces at iagttage her, som vi allerede kjender. Moden fører uafladelig store mængder af sand og ler i havet. Vi kan forfølge det grumsede flodvand et stykke ud ifra kysten, indtil slammet lidt efter lidt er sunket tilbunds, og flodvandet selv taber sig i oceanets vande. Havbunden modtager saaledes endogsaa langt ude fra kysten stadigt nye lag af sand og slam, der skylles bort fra landjorden. Den øverste kant af disse lag lægges tør, naar ebbenindtræder. Her i stranden kan vi grave nedigjehnem dem, og vi gjenfinder den samme ordning i lag som. i regnpytten og indsjøen.

89. Bisse iagtagelser og de slutninger, hvortil de fører, lægger for dagen ét hovedtræk ved sedimentære dannelser. Vi kommer paa det rene med, at de forskjellige bestanddele i disse afleiringer ikkeligger løst blandede om hinanden i en hob, men er fordelte i regelmæssige, ovenpaa hinanden liggende lag. Denne ordning kaldes lagdeling, og bundfald eller sediment, som er saaledes ordnet, siges at være lagdelt. Denne lagdeling er saa eiendommelig for de af vandet afsatte bergarter, at de ofte. ogsaa kaldes lagdelte bergarter:

90. De sand-, grus eller- lerlag, som findes ved havkysten, ved bredden af indsjøer eller i en regnpyt er blødt og løst materiale. Sandsten, kon-

Fig. 11. Sedimentære bergarters lagdeling, a. Konglomerat, bb. Sandsten, cc. Skifer.

glomerat, lerskifer eller andre sedimentære bergarter er sædvanlig mer eller mindre haarde og faste. Trods fastheden kan der dog ikke være tvil om'atdisse bergarter engang ikke har været andet end løst bundfald, afsat under vand paa samme maade, som bundfald dannes overalt den dag idag. Men hvad er det da, som har forvandlet dem til haard sten ?

91. Tager man noget ler eller slam og bringer under stærkt tryk, saa vandet presses ud, vil man se, at det blir fastere. Det hærdes ved tryk. Hvis man fremdeles tager noget sand og paa dette hælder vand, der i forveien er mættet med læsket, kalk (det stof, hvoraf kridt og kalksten er dannet) eller et andet i vand opløseligt mineral, vil vandet, eftersom det langsomt fordamper, afsætte de opløste stoffer rundt sandkornene. Hvis man fortsatte denne proces længe nok og hældte nyt vand af samme slags paa, eftersom fordampningen foregik, vilde sandkornene efterhaanden bli sammenbundne af det af det rundtom dem afsatte mineralske stof. Det løse sand vilde; være forvandlet til mer eller mindre fast sten. I dette tilfælde vilde bundfaldets hærdning til sten være sket ved en proces, som med et fremmed ord kaldes infiltration.

92. Ved den ene eller den anden af disse processer, eller ved begge i fællesskab, har de lagdelte bergarter faaet den. fasthed, vi nu finder hos dem. Naar sand og ler dynges op i mægtige lag med en dybde af hundreder eller tusen er af fod, maa de ved at komme under et saa vældigt tryk presses sammen til en fastere masse. Samtidig kan de enkelte smaadele bli fast sammenkittede ved mineralsk stof, der afsættes omkring dem, sædvanligvis af det sand, i hvilket lagene oprindelig er afleirede, men undertiden ogsaa af vand, som paa et senere stadium har sivet gjennem.

93. Sammenfatter vi de enkeltheder, der her er blet angivne, kan vi give følgende beskrivelse af46

en lagdelt bergart: „Den er en bergart, der er dannet ved bundfældning i vand af de afskurede rester af ældre bergarter. Den viser sædvanlig den lagdannelse, der er egen for materiale, som er afsat i vand. Efteråt masserne først var afsatte, er de sædvanligvis paa et senere stadium biet hærdede til sten ved tryk eller ved infiltration".

IV. Hvorledes vi forklarer forekomsten af plante-og dyrelevninger i lagdelte bergarter.

94. Skjønt lagdelte bergarter egentlig bestaar af saadant materiale som aur, sand eller

Fig. 12. Skifer med et stykke af en fossil bregne i.

ler, indeholder de ofte levninger af planter og dyr, der er af høieste vigtighed i geologien. I de to nye prøver paa skifer, som fig. 12 og 13 fremviser, vil man saaledes iagttage visse gjenstande, der afviger meget fra det sædvanlige materiale, hvorafdenne stenart er dannet. Disse rester er organiske rester eller fossilier.

95. Det er klart, at forekomsten af saadanne gjenstande giver de sedimentære bergarter en ny interesse. Hvorledes er de komne der, og hvad lys kaster de over den maade, hvorpaa bergarterne er blet dannede? Den sten, som fremstilles i fig. 12, er et stykke almindelig skifer af samme materiale og med samme lagdannelse som vor tidligere prøve af den stenart (fig. 5). Vi ser straks, at gjenstanden paa kantens overflade er en plante. Naar vi undersøger den nærmere og opdager den fine nerveforgrening i bladene, kan vi ikke tvile om, at det engang har været en levende bregne. Den er blet forvandlet til et sort stof, der ved nøiere undersøgelse viser sig at være et slags stenkul. ' Smaastykker og lag af det samme sorte kulagtige . stof kan forekomme overalt i skiferstykket. Hvis vi skraber noget af og lægger det paa knivspidsen, kan vi ved at holde det i ild brænde det sorte stof op, mens ler- og sandkornene blir tilbage. Disse stumper og lag af kulagtigt stof er øiensynlig kun blade og brudstykker af forskjellige planter, indleirede' samtidig med den større og bedre bevarede bregne.. Hvorledes gaar det til, at disse planter befinder sig midt inde i stenen ?

96. For at forstaa det maa vi atter betragte naturens arbeide den dag idag. Den lille bæk, som randt nedover bakken paa veien (stykke 78) husker vi undertiden førte med sig stumper af straa, træ, papir og andre løse gjenstande, hvoraf »nogle flød hen til den nærmeste grøft og snart blev borte, medens andre sank tilbunds i pytten. I det snit, vi gjorde af den (fig. 10), vil man maaske bemærke stumper af træ, straa og blade mellem det

fine sand og mudder. Disse gjenstande liggerilade mellem de tynde lag af sediment, en stilling, som de ganske naturlig maatte komme til at ligge i, idet de sank' tilbunds. Eegn kan altsaa skylle blade og andre plantestumper med og efterlade dem i pytten, hvor de indleires i slammet, det vil sige afsættes mellem lagene og tildækkes:

97. Langs bredderne af en flod kan man ogsaa iagttage, hvorledes blade, kviste og andre flydende gjenstande føres ned med strømmen og tilslut synker tilbunds forat indleires og lidt efter lidt tildækkes under opdyngningerne af sand og ler. Graver man ned i de afleirede masser langs bredderne, træffer man undertiden paa hele lag af blade og kviste, afsatte mellem de øvrige sedimentlag. Saadanne lag af sammendrevne plantetrevler danner ofte en fremherskende del af de opdyngede masser, hvoraf

en flods delta bestaar.

98. Imidlertid vil det jo stadig indtræffe, at førend bladene eller grenene eller stammerne er blet saa gjennemtrukne af vandet, at de maa synke tilbunds, vil de allerede være blet førte ud i havet. De kan da flyde langt bort fra kysten, før de falder tilbunds og begraves i slammet og sandet. Saavel i floderne som paa bunden af indsjøerne og havet maa derfor stadig rester af landplanter komme til at indleires i de sedimentære lag, som nutildags er ifærd med at danne sig.

99. Paa samme maade er de blet indleirede i sedimentlagene i tidligere tider, og vi kan derfor forstaa, at stumper af bregner eller andre arter landplanter kan findes midt inde i en saadan fast sten som vort skiferstykke. Stenen, som nu er saa fast, var engang i tiden ikke andet end den samme masse blødt bundfald, men i mindre tæt og fast form, og plantestumperne er førte bort fra det sted, hvor de voksede, og er tilsidst biet begravede idette slam. Eftersom det oprindelige slam hærdedes til skifer, blev planten mere og mere forvandlet, indtil den tilsidst blev til kul. Stenkul har, som senere skal paavises, engang været plantevækster, der er blet begravede under store masser af sediment og derfra langsomt forvandlede til den sorte, glinsende substans, vi alle kjender.

100. Det er dog ikke blot planter, der forekommer indleirede i lagdelte bergarter. Pig. 13 f. eks. er en tegning af et stykke skifer, der indeholder et antal muslingskaller og andre dyrerester, hovedsagelig trilobiter, det vil sige smaa sjødyr af samme store familie, hvortil vor hummer og krabbe henhører. Naar vi skal søge svaret paa, hvorledes de er blet begravede' der, maa vi gjøre os rede for, hvad der nu finder 'sted paa havbunden.

101. Har De nogensinde betragtet de' pytter med sjøvand, som efterlades paa en klippefuld strand, naar ebben indtræder? Hvor fulde de er af liv! Der gror klynger af sjøgræs, et andet sted sees grupper af broget farvede sjø-anemoner; havsnegl og knæskjæl klynger sig til siderne af stenene og

Fig. 13. Et stykke skifer, som indeholder dyrerester. Geikie: Geologi. 4klipperne, og paa bunden kan De se bitte smaa krabber forsigtig krybe i skjul — foruden mange andre slags sjødyr, som bevæger sig frem og tilbage, og som De knapt kjender af navn. Betragter De dem nøie, kan De se, at nogen af skjællene er tomme — dyrene, som engang bodde i dem, er døde — og at der ogsaa]igger rester af andre døde dyr.

102. Man maa naturligvis ikke forestille sig, at hele havbunden er lig bunden af en af disse pytter i stranden. I disse sidste findes de planter og dyr, der lever langs kysten eller paa 'grundt vand, medens der er andre planter og, dyr, der kun lever paa havdybderne. Men ' skjønt plante- og dyreformerne er vidt forskjellige i de forskjellige dele af havet, og skjønt der hist og her paa havbunden kan forekomme steder, hvor der ikke findes nogen dyreformer, men kun sand, grus og sten, ligner bunden paa de store have og bunden paa vandpytten hinanden deri, at de myldrer af mange slags levende dyr og resterne af døde. Sand og lermasser paa havbunden maa derfor indeholde rester af disse dyr og planter i mængdevis.

103. Hvis altsaa levninger af dyr og planter begraves i de sand- og lermasser, der nuförtiden fra dag til dag hober sig op i indsjøerne og paa havbunden, maa dette ogsaa have gaaet for sig i tidligere tider. Og hvis denne slutning holder stik, hvad den jo øiensynlig gjør, kan vi formode, at lagdelte bergarter, der ikke er andet end den tilsvarende masse sedimentbundfald i fordums indsjøer og have, ogsaa maa indeholde plante- og dyrerester. At de virkelig er tilstede og i overflod, er udentvil velbekjendt for mange af læserne, der maaske selv har havt anledning til at se prøver af sandsten, skifer og andre lagdelte bergarter, prøver, der er ligesaa fulde af organiske

rester, somde tættest beboede dele af den nuværende havbund er fuld af levende væsener. Tager vi igjen for os det i fig. 13 fremstillede skiferstykke, slutter vi altsaa, at det oprindelig fandtes i form af fint ler paa havbunden, og at det i den tilstand indesluttede og opbevarede resterne af de organismer, som levede og døde paa vedkommende sted.

V. Hvad et stenbrud kan lære os.

104. Vi har set, hvad sediment er, hvorledes de forskjellige slags sediment, afleiret i lag under vandet, blir til lagdelte bergarter, og hvorledes de kan komme til at indeholde plante- og dyrerester. Lad os nu stille nogle spørgsmaal til disse bergarter og se, hvorledes de selv fortæller sin historie. I et stenbrud, i en af vandet udhulet bergkløft, paa

Fig. 14. Et stenbrud i sedimentære bergarter.

et rev ved kysten, kort sagt, hvorsomhelst en række sedimentære lag enten af naturen eller ved menneskers arbeide er lagt bare, kan man erfare en hel del om denne ting. Lad os tænke os, at

4*52

vi f. eks. befinder os i et stenbrud, slig som det er fremstillet i fig. 14.

105. Det træk, som først og fremst er paafaldende, naar man træder ind, er klippernes lagdeling. De er fordelte i paa hinanden liggende lag paa den maade, som vi har set er eiendommelig, for bergarter, der er afleirede undervand (stykke 89).

106. Dernæst afviger lagene fra hinanden, ikke blot i tykkelse og farve, men ogaa i det materiale, hvoraf de- er dannede. Disse enkeltheder er naturligvis forskjellige i de forskjellige stenbrud. Vi kan f. eks. antage, at i vort stenbrud bestaar nogle af lagene af fint konglomerat (i tegningen angivet ved smaa sirkler og prikker), andre af forskjellig slags sandsten (mærket med finere prikker), atter andre af forskjellige slags lerskifere (betegnet ved horisontale linjer). Disse lag eller strata, som de kaldes, veksler med hinanden uden bestemt orden, ligesom grus, sand og Ter kan veksle i en flods delta eller paa havbunden.

107. For det tredie maa de underste af de i stenbruddet forekommende berglag være ældst, thi de maa være afsatte før dé ovenpaaliggende. De underste lag kan være af nøiagtig samme materiale og tykkelse som et eller flere af de andre og kan ligne dem saa aldeles, at man maaske ikke er istand til at se nogen forskjel. At de, samtidig som de ligner hinanden, forekommer i forskjellig høide, det ene ovenpaa det andet, beviser alligevel, at de er forskjellige lag, og at det ene er dannet efter det andet. I alle saadanne tilfælde er de nederste lag ældst, de øverste yngst. Denne paahinandenfølge af lagene i den orden, hvori de er afsatte i vandet, kaldes lagenes rækkefølge.

108. I et saadant' stenbrud, som tegningen viser, er den orden, hvori lagene er dannede, selvsagt,men sædvanlig ligger den ikke saa klart i dagen. I mange tilfælde ligger klipperne delvis skjulte, f. eks. af jord, og der maa en nøiagtig, taalmodig undersøgelse til, før den orden, hvori de oprindelig er dannede, kan bringes paa, det rene. Man maa imidlertid gjøre alt muligt for at paavise, hvilke lag er de nederste, hvilke de øverste; thi er det afgjort, er det paa samme tid ogsaa afgjort, hvilke er de ældste og hvilke de yngste, og vi kan da begynde at fortolke det afsnit af jordklodens-historie, hvorom de beretter.

109. For det fjerde kan vi, for videre at belyse fremgangsmaaden ved geologiske undersøgelser, gaa over til at samle de beviser, klipperne kan

Fig. 15. Bølgeslagsmærker i sandsten.

have bevaret angaaende maaden og stedet, hvorpaa de er afsatte. Vi kløver nogle af de underste sandstenslag og finder, at deres flade er bedækket af bølgeslagsmærker (fig. 15). Enhver, som har spadseret langs en flad, sandet strand, maa være blet opmærksom paa de mærker, som det grunde, skvulpende vand efterlader i den bløde sand, oghan vil med engang se, at de i tegningen forestillede mærker er af samme art. Ved bredden af et langgrundt

vand kan man ogsaa se saadanne mærker, overhovedet hvorsomhelst der af vinden dannes smaa bølger over en sandig grund. De tyder paa grundt vand. Den første slutning, vi heraf trækker med hensyn til oprindelsen, af sedimentære bergarter, der findes i stenbruddet, er den, at de er afsatte ikke paa store havdybder, men i grundt vand.

110. Ved at søge videre mellem lagene finder vi maaske fladerne paa somme af dem fulde af besynderlige smaa runde fordybninger, omtrent saa store som en ært eller knapt det (fig. 16). Som bølge-

FIg. 16. Aftryk af regndraaber i sandsten.

slagsmærkerne maa disse ogsaa være formede i sandet, mens de var bløde. Vi maa atter holde os til, hvad der foregaar i nutiden, forat forklare, hvad der blandt bergarterne staar optegnet som fortidens begivenheder. Naar regndraaber falder paa en opblødt sandflade, som f. eks. en strandbred, gjør de hver et lidet søk i dem. , Hvis man sammenligner regndraabe-mærkerne i Fysisk geografi fig. 9 med foregaaende tegning af mærkerne i sandstenen, vilman se, at de er væsentlig en og samme ting. Der kan i virkeligheden ikke være tvil om, at de begge er dannede ved regndraabernes. fald paa blød, fugtig sand.

111. Bølgeslagsmærkerne antyder, at vandet har været grundt. Regndraabemærkerne beviser, at det maa have beskyllet en strand, som vår udsat for nu og da at lægges tør, saa den blev tilgjængelig for luftens og regnets indvirkning, og endvidere maa der, mens den saaledes laa tør, undertiden være kommet regnskure. Er vi nu istand til at sige, om strandbredden har været havstrand eller bredden af en indsjø?

112. Vi g'aar atter til klipperne selv og kan maaske i nogen af skiferlagene finde frem et antal forsteninger, der sætter os istand til at besvare spørgsmaalet. En fisker, som bruger sin stang i en indsjø venter ikke at faa samme slags fisk som i havet. Saltvand og ferskvand, har hver sine forskjellige dyreformer og planteforme Sjøstjerner, knæskjæl, østers og flyndre er saaledes beboere af havet, medens ørretten, aborren, karpe, gjedde, ørekyt o. s. v. lever i ferskvand. Det er saaledes sikkert, at de i lagene opbevarede dyre- og planterester maa være forskjellige, eftersom lagene er afsatte i havet eller i indsjø.

113. Træsnittet (fig. 17) forestiller nogle forsteninger, som vi tænker os, at vi har fundet i skiferlagene i stenbruddet. A er en koral. B er en del af den leddede stilk af en encrinus eller sjølilje — et dyr der er beslægtet med den almindelige sjøstjerne. C er en muslingskal hørende til brachiopoderne eller armføddedé, en familie, hvis medlemmer alle bebor havet. Dette er altsaa havdyr, og naar vi finder dem indleirede i et og samme klippelag allesammen, maa det materiale, hvorafFig. 17. Fossiler, a. Koral. b. Stykke af en encrinit. c. Spiri-fera, en havmusling.

laget bestaar, være afsat i havet eller havstranden. Muligvis er disse dyrerester, straks efteråt dyrene var døde, skyllede op i stranden af et fordums hav, som muslingskaller bliver skyllede op i stranden den dag idag.

114. Her har vi en tredie kjendsgjerning angaaende klippemassens historie. Mærkerne efter bølgeslagene og regndraaberne beviste, at lagene oprindelig er afleirede i grundt vand tæt ved kysten og langs stranden. Forsteningerne beviser, at det har været havvand.

115. I dette tænkte stenbrud har vi altsaa fundet klare beviser for, at land og hav har skiftet plads. Selv om stedet ligger midt inde i landet, langt fra havet, leverer klippemassen det uimodsigeligste bevis for, at havet engang har staaet der. De allerfleste stenbrud lige ifra det sydligste England til den nordligste ende af Skotland, er aabnede i klipper, som oprindelig er afsatte under havet. Paa bunden af dybe gruber, paa toppen af høie bjerge, finder vi lignende bergarter. De udgjør den allerstørste del af det faste land, og de høieste bjerge i verden bestaar for en stor del af bergarter, der er dannede af havet.

116. Dette synes besynderligt og uforklarligt.Hvorledes, kan det faste land hovedsagelig være. dannet i havet? Paa en eller anden maade maa. klipperne have hævet sig op af havet, og da landet er saa ujævnt, ser det ud til, at de paa sommesteder maa have hævet sig meget mer end andre steder. Hvorledes denne hævning af havbunden er foregaaet vil senere blive omtalt. Først maa vi efterforske visse andre bergarters historie, hvoraf ogsaa mange er dannede i havet.

Bergarter af organisk oprindelse.

Bergarter, der er dannede af plante- og dyrerester.

L Bergarter, der er dannede af planterester.

117. Da der i almindelige lagdelte bergarter saa hyppig findes spredt blade, grene og stammer eller stængler af plantevækster, ligesaavel som skaller og andre levninger af dyr, er det rimeligt, at de her og der maa forekomme i saadan mængde, at de maa siges at danne egne masser af afleiringer. Disse masser kan ikke godt kaldes sedimentære i samme betydning som almindelig sandsten og lerskifer. Vi kan betegne dem som bergarter af organisk oprindelse, fordi de skriver sig fra opdyngningen af materiale, som egentlig dyr og planter ved hjælp af sine organer fra først af har dannet. En plante eller et dyr lever, bevæger sig og opfører sin krop ved hjælp af det, vi kalder „organer". Vi gaar f. eks., ved at bruge vore ben, som er vore bevæg elsesorg aner. Vitaler med munden, der indeholder vore taleorganer. Vi ser ved hjælp af øinene, som er vore synsorganer,o.s. v. Alt, hvad der besidder organer, siges derfor at være en organisme; og da der kun er planter og dyr,. som er det, er ordet gaaet over til at betegne simpelthen et dyr eller en plante. Fossile planter og dyr i bergarterne kaldes organiske levninger.

118. Vi begynder med bergarter dannede af plantelevninger. Som prøve paa disse tar vi og undersøger omhyggelig et stykke stenkul. Er vi fuldstændig fortrolige med alt, hvad det har at fortælle, vil vi ikke have stor vanskelighed ved at forfølge andre til denne gruppe, hørende bergarters historie.

119. Stenkullets, almindelige udseende er velkjendt i de fleste lande i verden, endog hvor det indføres fra fjerne steder. Endskjønt det lægges i ovnen i form af ujævne, uregelmæssige klumper, vil man dog se, at det er ordnet i lag, som de sedimentære bergarter. Et stort, fast stykke stenkul kløves sædvanlig let i en bestemt retning, efter sine tynde lag eller sin „lagdeling". For at faa store stykker til at brænde hurtigt med fyrig ild maa' vi stille dem paa risten, saaledes, at de paa hinanden liggende lag. staar mer eller mindre ret op og ned, thi i den stilling har varmen lettere for at kløve dem, saa ilden faar tag.

120. Betragt nu enden af et stykke, hvor kanten af lagene kommer tilsyne. De er ikke saa bestemt adskilte som i et skiferstykke, de synes at gaa over i hinanden: De fleste af lagene bestaar af et haardt, glat og glinsende stof, men nogle er af et blødt materiale ligesom trækul. Der behøves saaledes ikke nogen særdeles nøiagtig undersøgelse forat overbevise; os om, at stenkul er lagdelt.

121. Stenkul brændes op, saa der kun blir aske tilbage; i den henseende ligner det ved og torv (se stykke 129). Ved kemisk analyse har detvist sig, at det væsentlig bestaar af samme stoffer som disse. Stenkul er ikke andet end den tilsvarende mængde planterester, der er blet presset sammen og efterhaanden har omdannet sig til det sorte materiale, vi nu bruger til brænde.

122. Vi tænker os, at vi befinder os i en kulgrube med den hensigt at se, hvordan kullene ligger, før de graves op og knuses i smaastykker, saadanne, som vi brænder i ovnen (se fig. 37). Vi kommer ned ved en af de heiseindretninger, som grubearbeiderne benytter; vi naar bunden, og efteråt øinene har vænnet sig til mørket hernede, begiver vi os med lampe i haanden langs en af drifterne til det sted, hvor grubemændene bryder kullene løs. Først og fremst lægger vi da mærke til, at kullene forekommer i lag af nogle fods mægtighed. Denne omstændighed stemmer overens med det lagdelte udseende, som vi før har bemærket i kanten af stenen, og giver videre bekræftelse paa den slutning, at stenkul er en lagdelt bergart. Underlaget, hvorpaa kulleiet hviler, og den ovenpaa liggende bergart, der danner grubens loft, er begge af et fra kullet selv ganske forskjelligt materiale. Et snit (stykke 80) gjennem underlaget, kullåget og loftet vilde frembyde en lagrække omtrent som i fig. 18 og vilde uimodsigelig godtgjøre, at det forholdsvis tynde kullag ligger mellem leier af lagdelte bergarter.

123. Det gulv eller underlag, hvorpaa kullene hviler (b i fig. 18) fortjener særskilt opmærksomhed. Det er et mørkfarvet: leie af ler, gjennemvævet af sorte striber og baand, der forgrener sig som rødder og kan forfølges ind i bunden af selve kullaget. I andre gruber og andre snit vilde man finde, at kullaget ligeledes sædvanlig laa paa et lag af lerskifer. Hvorfor hviler kullene paa dette slags un-Fig. 18. Snit af et kullag med sit loft og underlag, a.

Sandsten, skifer etc. b. Lerlag, der danner underlaget for kullene, d. Sandsten og skifer, der danner overdækket eller loftet.

derlag fremfor paa sandsten eller en anden bergart? Vi kan være sikker paa, at denne staaende forbindelse mellem kullet og et underlag af ler ikke kan være et blot tilfælde, men maa have en bestemt grund, og hvis vi finder den, kan den hjælpe os til at forstaa kullenes oprindelse og derigjennem, ogsaa til at følge det afsnit af jordklodens gamle historie, som er optegnet i kulgruberne..

124. Naar vi ser nærmere paa lerunderlaget, mærker vi, at det ligner en jordbund gjennemvævet af forgrenede rødder. Efteråt den forestilling først er vakt, vil ligheden blive tydeligere, jo mer vi undersøger denne bergart, og tilsidst blir det os klart, at her under laget har vi i virkeligheden en gammel jordbund, og at kullaget repræsenterer den vegetation, som voksede i den (se fig. 38).

125. Sandheden er, at hvert enkelt kullag engang har været en tæt. masse plantevækster, der voksede paa flade, vidstrakte sumper eller myrer — noget i lighed med nutidens mangrove-krat langs de sumpige, flade kyster i de tropiske lande. Disse sumpige sletter havde en bund af leret dynd, hvorpaa det frodige krat voksede.og det er denne bund, der fremdeles sees i lerunderlaget.

126. Kan man danne sig nogen mening om, hvad slags planter det har været, som har vokset saa frodigt paa disse sletter og ophobet sig i de masser, der nu ere blet stenkul? I almindelighed kan der ikke bringes stort ud af kullene selv; thi planterne er blet saa sammentrykkede og forvandlede, at man ikke længer kan gjenkjende deres blade eller grene. Der er imidlertid mange kulsorter, hvor en del af. planterne er bleven til et slags trækul, der smitter paa fingrene og visér spor af plantetrevler. Man har en maade at undersøge stenkul og andre mineralske stoffer paa, hvorved man kan se, hvorledes de er bygget i de fineste detaljer. En tynd plade af den sten, som skal undersøges, slibes glat med smergel og vand. Den glattede flade fæstes ved et slags harpix til en glasplade. Derpaa afslibes den anden side, indtil pladen blir saa tynd, at den blir ganske gjennemsigtig, hvorefter den renses og lægges under mikroskopet forat undersøges. Undersøgte paa denne maade viser visse kulsorter sig ofte at bestaa af millioner af smaa frø eller sporangier, som de kaldes. Disse er dryssede af planter, der har havt nogen lighed med kraakefod, der vokser i vore skoge, men de har været meget større. Sporangierne maa være faldne saa tæt over de tætte strækninger, at de har dannet et helt lag, der er sammenpresset til kul*).

127. Skjønt ole større planter i almindelighed ikke er blet vel bevarede i kullene selv, findes

*) Kraakefodderne hører til de blomsterløse planter, som formerer sig ved et slags fint pulver — de saakaldte sporer. Sporerne er indesluttet i smaa sporehuse eller sporangier. O. a.de dog i meget fuldkomne og smukke former i bergarterne over og under kullaget. Nogle af de almindelig forekommende arter fremstilles i fig. 19; i øverste række tre forskjellige former af bregner,

Fig. 19. Planter, som stenkul er dannede af.

nederste parti af træer beslægtede med vor kraakefod. Den sidste figur tilhøire i nederste række er en del af en rod med vedhængende rodtrevler (den saakaldte stigmaria), der findes i store mængder i lerunderlaget under kullene. Nu og da kan man se en broget mangfoldighed af planter liggende tvers over hinanden i den nederste del af den bergart, der ligger ovenpaa kullaget og danner grubens loft. Skjønt de alle er fladtrykte som tørrede planter i en bog, har de endnu deres oprindelige vakre former.128. Hvert kullag ligger nu begravet dybt nede i jorden under uhyre klippemasser, som man maa bore sig gjennem, før kullene naaes — medens, det engang altsaa har været en yppig vegetation, der laa oppe i dagen og solen og dannede mangfoldige kvadratkilometer kratskove og sumper. Hvorledes det er gaaet til, at de ere blevne saaledes.

begravede, blir seherehen . forklaret (stykke 193— 203). Før vi gir os ifærd dermed; vil det være fordelagtigt at se lidt paa en anden slags dannelse, som ogsaa har med plantevæksten at gjøre, og som kan undersøges, ikke dybt nede i en grube, men i det aabne dagslys.

129. De fleste af os har vel set torvmyrer, der forekommer i saadan mængde i det nordlige Europa, i England og Nordamerika. Den, som ikke har set en saadan, maa forestille sig brune lyngflader, eller grønne, vaade

myrstrækninger. Hos os er de ofte af mindre udstrækning, men i somme lande f. eks. af uhyre omfang. Mange steder er der saa blødt, at man, vilde synke dybt ned i den sorte søle, hvis man prøvede at gaa paa dens forræderske flade. Andre steder har de en fastere skorpe ovenpaa, som gynger under en, naar man hopper fra den ene tue til den anden. En saadan flade kaldes en torvmyr. Næsten syvendedelen at hele Irlands overflade antages at bestaa af myrer, og i mange egne af Norge, Sverige, Danmark, Skotland og britisk Nordamerika. forekommer de i stort antal.

130 Graar vi hen og ser paa en saadan torvmyr, finder vi, at langsmed kanten er den i almindelighed fast. Den kan endog være bleven saa tør over midten, at man kan pløie den og dyrke poteter og turnips i den. Hvorsomhelst vi kan komme til at se, hvad myren egentlig bestaar af, viser det sigat være et slags sort eller sortbrun jord, der kaldes torv, og som nærmere beset findes at være dannet af fast sammenflettede plantetrevler. Denne torv strækker sig som et lag over hele myren, undertiden i en tykkelse af 20—30 fod. Den bestaar udelukkende af ophobede plantestoffe, og ligner stenkul i denne som i andre henseender. De underste partier er naturligvis døde, men oppe i overfladen er planterne endnu levende, saa torvlaget ved planternes fortsatte vækst og hendøen blir tykkere aar for aar.

131. Paa grund af denne sammensætning er torven naturligvis brændbar. Den skjæres ud i stykker i myrerne og tørres til brændsel. Paa sine steder i Norge og i store dele af Irland og Skotland har bønderne intet andet brænde, end hvad de hver sommer skjærer i torvmyrerne.

132. Pig. 20 forestiller et sted, hvor der skjæres torv. Det er paa saadanne steder, torvdannelsen bedst kan studeres, og da eftervisningen af, hvorledes en torvmyr dannes, afgiver et godt eksempel paa geologernes fremgangsmaade ved granskningen af jordklodens fortidshistorie, vil vi tænke os, at vi staar og betragter aabningen i den torvmyr, som er aftegnet i fig. 20, idet vor opgave altsaa er at -opdage stedets historie.

133. Under lynget og det grove græs, der danner selve overfladen, ligger altsaa torven. Den øvre del er en brun, trevlet masse, der ned mod bunden blir mer og mer fast og tæt, indtil den, ofte ialfald, gaar over til en mørk, fast substans, hvori der næsten ikke kan opdages spor af trevler. Under torvbunden vil man maaske finde et lag af fint ler indeholdende rester af ferskvandsskjæl. Nu og dä træffer det, at en plump baad, dannet af en udhulet «getræstamme, graves frem af torvleiet sammen medFig. 20. Torvmyr, hvor torven skjæres og sættes op i smaa stabler forat tørres til brænde.

stenredskaber og andre levninger fra uciviliserede tiders mennesker.

134. I denne torvmyr har vi nu for os et stykke geologisk historie. Stilles de enkelte kjends-gjerninger sammen, smelter de naturlig sammen til et hele, og i belysning af dem blir torvmyrens historie forstaaelig og interessant.

135. Den underste, og følgelig ældste, afleiring er det omtalte lerlag. Efter hvad der i det foregaaencle er udviklet, maa et saadant lerlag utvilsomt være afsat under vand. Hvis lerlaget viser sig flere fod tykt, taler det for, at der her sandsynligvis ikke har været et lidet, grundt vand eller en liden elv, men at det vand, som har staaet her, havde nogen dybde og udstrækning. Skjællene antyder endvidere, at det maa ha været en indsjø, thi samme slags

7skjæl kan endnu findes levende i indsjøerne i nærheden. Det første punkt vi slaar fast er altsaa, at før torvmyrene blev til, har et vand eller en indsjø optaget dens plads. Vi kan endnu følge déns grænser, thi skraaningerne til alle sider rundt den flade torvmyr maa ogsaa have omgivet det vand, som før laa her, og hvorpaa vore forfædre maaske engang færdedes i den af træstammen udhulede baad, som vi nu graver op fra bunden af torvmyren. 136. Ovenpaa lerlaget — der altsaa betegner sjøbunden den tid, der stod vand, — ligger torven, der udelukkende stammer fra plantevækster. Det er øiensynlig planteresterne, der ved at fylde op den grunde sjø tilsidst forvandlede den til torvmyr.

Fig. 21. Grundplan af torvmyr, der holder paa at fylde op et tidligere vand, hvoraf en rest endnu er tilbage.

Paa mange steder kan man iagttage, hvorledes denne proces endnu gaar for sig. I denne torvmyr f. eks. som iig. 21 tænkes at forestille, er det klart, at den lille dam nærved midten kun er en tilbagestaaende del af et større vand, som engang fyldte hele indsænkningen. Ved kanten af dentilbageværende dam kan man se, hvorledes de sumpplanter, hvoraf torven er dannet, paa alle sider vokser ud i vandet. Med en stang, som stikkes ned i bunden, kan man røre op den sorte eller brunsorte torvsubstans, dannet af resterne af døde rødder og trevler. Mellem den døde torvmasse paa bunden og de levende planter, der danner ligesom en skorpe ovenpaa, er der endnu noget vand, men tilsidst vil de opdyngede planterester opfylde bele dette mellemrum, saa at dammen i midten ligesom resten af sjøen vil blive omdannet til mer eller mindre fast torv.

137. Vi slutter altsaa, at torvmyrer er blet dannede i sumpige indsænkninger eller grunde ind-sjøer, der er fremkomne derved, at resterne af døde sumpplanter har opdynget sig der, hvor de — i løbet af mange aar eller endog aarhundreder — har vokset op og raadnet ned igjen. Ligesom kullagene beviser altsaa torvmyrerne, at der kan opstaa baade tykke og brede lag ved planternes vækst og forraadnelse.

II Bergarter dannede af resterne af dyr.

138. Fra først af kan det maaske synes lidet rimeligt, at dyrerester skulde kunne ophobe sig i tilstrækkelige mængder til at danne særegne lag. Uagtet luften kan synes at være opfyldt af insekter, uagtet man mod enden af sommeren kan høre og se fugle i tusenvis, uagtet ræve, harer, rotter, mus og mangfoldige større og mindre dyr lever i vore skove og marker, ser vi dog ingensteds, at resterne at dem ophober sig til et formeligt lag paa overfladen. Det er jo endog forholdsvis sjelden, vi ser et dødt dyr. De kryber ind i et hul og dør der, og deres legemer smuldrer efterhaanden hen og forsvinder. Men ser vi efter paa de rette steder, opdager vi, at levningerne af dyr, ligesaavel som

SÄMttL.,i-^-levningerne af planter, paa endnu større udstrækning, danner store ophobninger og jordlag.

139. De skaller af visse dyreformer, som leilighedsvis findes i Jerleiet under en torvmyr, (stykke 133) hører til arter, der lever i ferskvand. I visse indsjøer er bunden bedækket med disse skjæl, som, idet de dør og smuldrer hen, ophober sig som et hvidt, kridtagtigt materiale, mergel, som det kaldes, der bestaar äf skaller paa alle trin af opløsning og tilintetgjøreise. Dyrene er tilstede i vandet i saadanne mængder, at eftersom de dør, danner skallerne et helt lag over bunden af sjøen. Nu og da har det hændt, at en slig indsjø er blet fyldt op af planterester og slam, eller den er blet udtørret paa kunstig maade og saaledes omskabt til fast land. Dens beliggenhed betegnes da ved et lag af ferskvandsmergel, der kan være flere fod eller meter tykt, og hvorfra man undertiden graver op skeletter af hjort, en urokse eller andre dyr, som kan have druknet i den fordums sjø. Eller man bringer for dagen en i en træstamme udhulet

baad, en stenøks, eller andre redskaber fra 'de forhistoriske folk, der beboede landet, før saa mange af dets sjøer og skove forsvandt. I somme egne, der er fattige paa kalksten, har man gravet op mergel i store mængder fra gamle indsjøer forat bruge den til gjødsel.

140. Det er dog paa havbunden, der forekommer de mest storslagne eksempler paa, hvorledes hele bergarter i en dybde af mange hundrede eller tusen fod, og over strækninger paa mange hundrede kilometer, bygges op af resterne af dyr. Dette er tildels forklaret i „Fysisk geografi" (stykke 238 — 252), hvor brugen af skrabe ved havbundens undersøgelse omtales, og hvor der ogsaa hentydes til det fine dynd eller havslam, der dannes af resterne afmikroskopiske organismer og findes over næsten hele Atlanterhavets leie. Lad os nu se lidt nærmere paa dette havslam.

141. Vest for Storbritannien blir Atlanterhavet pludseligt dybt. Dets gulv strækker sig derpaa over til Nyfundland som en uhyre slette, hvis overflade ligger 4 til 5 1/2 kilometer under havfladen. Der er over denne undersøiske slette- de transatlantiske telegrafkabler er lagte, hvorfor der er gjort talrige lodskud hele veien ifra Irland til den amerikanske kyst („Fysisk geografi" stykke 239). Hvor der er grundest, fandt man havbunden bedækket med sand, grus eller mudder. Derimod breder der sig over de større dybder et eiendommeligt, graat klæbrigt dynd, der maa strække sig over mange hundrede kvadrat-

Fig. 22. Atlanterhavsdynd. 25 gange forstørret.

kilometer. Naar dette stof tørres, ser det ud som etslags smudsigt kridt. Man har mikroskopiske præparater af dette havslam. Ved at se paa et saadant præparat med det blotte øie kunde man tro, at de smaa prikker ikke var andet end fine støvgran: Men under et stærkt forstørrelsesglas eller et mikroskop viser det sig straks at bestaa af yderlig smaa skaller af saakaldte foraminiferer, nogle ganske hele, andre sønderbrudte, men alle fint formede og prydede med de nydeligste grave-70

ringer (fig. 22). Naar vi ser paa disse nydelige former, tænker vi med undren- paa, hvorledes de myldrer i millioner paa millioner oppe under overfladen i Atlanterhavet, hvorledes de dør og synker tilbunds, og skallene samler sig til udstrakte lag, som uafladelig blir dybere, eftersom nye generationer følger paa hinanden. Hvis laget fik blive uforstyrret, og vi kunde sætte en vagt til at maale dets tilvækst, vilde vi, naar aarhundreder var forløbne, finde, at det var steget i høide, og at det havde sluttet ind sjøstjerner og andre havdyr, som maatte være døde og havde efterladt rester paa bunden. Dette langsomt øgende lag paa bunden af oceanet har maaske faaet en mægtighed af mange hundrede fod. Her har vi altsaa et andet og iøinespringende eksempel paa, hvorledes en bergart, der danner mægtige og vidstrakte lag, kan dannes af rester af dyr.

142. Hvis vi endnu engang vender tilbage til kridtstykket (stykke 29) og sammenligner det med dynd fra Atlanterhavet, kan vi finde nogle mærkværdige lighedspunkter, der vækker nye forestillinger angaaende kridtets oprindelse. Man kan ofte ved det første øiekast opdage en muslingskal, en koral, et sjøpindsvin eller andre havet tilhørende organismer, enten hele eller bare stumper af dem. Saadanne fossilier gjør det sikkert, at kridtet maa være dannet i havet. Videre undersøgelse vil godtgjøre, at kridtet ikke blot indeholder rester af dyr, men bestaar udelukkende af saadanne. Hvis kridtstykket blev heldig valgt, fandt vi ved at gaa frem efter den i stykke 29 givne anvisning, talrige smaa hylstere eller skaller, ganske lig dem, som vi finder i Atlanterhavsdyndet, tilligemed stumper af større skaller og forskjellige andre dyrerester. Hele stykket bestaar aabenbart af resterne af dyr, nogle ganske hele,Fig. 23. Kridtstykke med en muslingskal.

andre saa sønderbrudte og hensmuldrede, at vi ikke med sikkerhed tør sige, hvad slags havdyr det har været. Man maa ikke lade sig afskrække, om man i det kridt, som børstes af, for det første ikke kan finde nogen tydelig organisme, men kun formløse hvide korn. Disse korn er kun de hensmuldrede stumper af organismer, og ved omhyggelig søgen vil udentvil nogenlunde hele og velbevarede eksemplarer findes. Er vi heldige i vor søgen, kan vi støde paa en samling af saadanne mikroskopiske organismer, eller stumper af organismer, som forestilles i fig. 3, der er en tegning af nogle faa renvaskede kridtkorn fra Gravesend i England.

143. Nogle partier af havbunden er saa overfyldte af muslinger, koraller, koralalger, svampe og andre organismer, at resterne af disse dyr ophober sig i uhyre masser og smelter sammen til faste kalkstensklipper, der breder sig over vide strækninger og sandsynligvis vokser med forholdsvis stor hurtighed. Man har iagttaget, at denne nyere kalkstensdannelse især er fremherskende i de tropiske have, hvor havstrømmene hidfører rigelig forsyning, af føde. Mange af de ældre kalkstensdanneiser har havt en lignende oprindelse. Eig. 24 f. eks.Fig. 24. Kalkstensstykke, der viser, hvorledes stenarten er dannet af dyrerester.

forestiller et stykke kalksten, der tilhører tidligere tiders dannelse, og som er taget fra et stenbrud inde i landet. Det har ligget udsat for luftens indvirkning i mange aar og er blet saa forvitret ved veirets indvirkning, at stumper af sjøliljer, koraller, muslingskaller og andre dyrelevninger i tydelige former springer frem fra stenfladen. Naar vi ser et saadant stykke, kommer vi uvilkaarlig til at tænke paa en gammel havbund. Vi kan forestille os, hvorledes alle disse nydelig graverede, smaa brudstykker engang har dannet dele af levende væsner, der færdedes eller satte sig fast paa bunden af havets klare vande. Det lille kalkstensstykke blir for os et slags model af en havbund. Det kan maaske erindre os om, hvad vi med egne øine har iagttaget i vandpytterne paa en klippefuld strand. 144. Hvis dette lille brudstykke af en kalk-sten kan fremkalde saadanne forestillinger, hvad maa vi da ikke tænke, naar vi ser hele høidedrag eller endog bjergkjæder, der er dannede af kalksten — uhyre paa hinanden stablede bjergmasser paa to til tre tusen fods høide og med en udstrækning af mange hundre kvadratkilometer. Og dog kan man finde saadanne vældige kalkstensmasser, fulde af levninger af gamle havdyr, næsten i hvert land

i verden. I England f. eks. er høide dragene og dalene i en stor del af Derbyshire og Yorkshire opbyggede af kalksten. I disse maleriske dale ser man kalksten sleierne i bølgende linjer strække sig langs siderne og hæve sig i brede terrasser, den ene ovenpaa den anden, saalangt man kan øine. Naar man gaar henover en af disse høie terrasser oppe i fjeldskraaningen, skrider man i virkeligheden henover en gammel havbund. Overalt under vorefødder ligger de sammenhobede levninger af smaadyr, som fyldte vandet i hine gamle have med liv. Paa en eller anden maade er havbunden blet lagt tør, og de ophobede masser af dyrerester paa bunden er hærdede til kalksten, som nu danner de brede dale og høiderne omkring dem.

145. Nogle af jordens kjæmpemæssigstejjeldkjæder bestaar for en stor del af kalksten. F. eks. blandt Alpernes høie toppe, eller i Himalayakjæden udgjør kalkstenen — der jo er dannet af rester af havdyr og altsaa engang har været havbund — store høidestrækninger, som nu dækkes af evig sne.

146. Tilbagéblih. Før vi gaar videre, kan det have sin nytte at kaste et blik tilbage paa, hvad vi har lært, forat vi nøiagtig kan se, til hvilket punkt vi er komne. Vi kan sammenfatte, hvad der hidtil er blet sagt i et kort overblik omtrent som følgende:

1) Overfladen af det faste land optæres ogføres bort ved regn og vandstrømme, og heraf op-tstaar masser af grus, sand og ler.

2) Det af sandet slidte materiale opdynges i flodmundingerne, indsjøerne eller paa havbunden og danner store lag, som i tidens løb hærdes til lagdelte bergarter.

3) Blade, grene, træstammer og andre plantedele indleires, tilligemed levninger af døde dyr, i disse lagdelte masser og bevares deri som fossilier.

4) Planter og dyr danner undertiden alene mægtige og udstrakte lag paa jordens overflade.

5) De bergarter, der danner det faste land, er for en stor del afsatte i havet.

6) Store strækninger, der — som kulleierne f. eks. — engang dannede overfladen af det faste land og var bedækkede med frodige skoger, er nu begravede under faste klippemasser dybt under den nærværende, overflade.

147. Vi har naaet disse slutninger skridt for skridt og ér aldeles sikre paa dem, thi vi har intet slaaet fast, uden hvad der har bestaaet kjendsgjerningernes prøve. Vi har atter og atter staaet overfor klare beviser paa, at land og hav — hvorledes det nu kan være gaaet til — ofte har skiftet plads. Vi har fundet gammel havbund lige oppe blandt fjeldkj ædernes toppe. Vi har fundet gamle skoge, begravne i form af kulleier, dybt inde. i jordens skjød. Hvorledes kan disse mærkværdige forandringer have fundet sted?' For at sættes istand til at besvare det spørgsmaal, maa vi først faa vide noget om den tredie gruppe, det vil sige de eruptive bergarters historie.Eruptive bergarter. I. Hvad der forstaaes ved eruptive bergarter.

148. „Eruptive" kalder vi bergarter, der oprindelig i smeltet tilstand er brudt frem af jordens indre. Medens * sedimentære bergarter er dannede ved vandets hjælp, er disse altsaa dannede ved varme. Eruptiv betegner egentlig udspyet, brudt ud ved vulkansk virksomhed. . De eruptive bergarter skylder altsaa jordens indre varme sin oprindelse („Fysisk geografi" stykke 256—268).

149. Eruptive bergarter forekommer paa de fleste steder forholdsvis sjelden, sammenlignet med de to andre. grappers store mængde og udbredelse. Ser vi f. eks. hen til Storbritannien, findes baade lagdelte bergarter og bergarter af organisk oprindelse overalt fra den ene ende af øen til den anden. Men over store strækninger sees ikke' spor af nogen eruptive bergarter. I hele den del af England, der ligger syd —øst for en linje fra Lynn Hegis ved Leicester til Mamborough Head findes ikke en eneste eruptiv bergmasse, undtagen brudstykker her og der paa overfladen, hidførte nordenfra i en tidligere geografisk periode. Men straks man kommer ind i bjergene i det nordlige Wales, eller i Cumberland, eller dalsænkningen i det indre af Skotland, frembyder eruptive bergarter sig i store masser, idet de rager op af overfladen og danner mange af de høieste og mest maleriske høider og klippeskrænter paa de kanter af øen. Skjønt eruptive bergarter ikke er regelmæssig udbredte, forekommer de

altsaa paa sine steder i store masser. De har en vigtig og høist eiendommelig historie, der danner en af de interessanteste kapitler i denlange beretning om forandringer, som overfladen afvor klode har undergaaet.

150. I forklaringen af vulkanerne i fysiskgeografi (stykke 258) angives de faste stoffer, som kastes ud fra vulkanerne til 2 slags: 1) Strømme af smeltede stenmasser, den saakaldte lava, der under en vulkans udbrud flyder ned ad bjergets sider, og 2) den vulkanske sten- og askeregn med masser af støv, sand og sten, der kastes op fra, kratrene og kommer ned igjen paa bjerget og dets omegn, undertiden i en afstand af mange kilometer.

151. Lavaen afkjøles og hærdes til faste klipper. Den løse aske og sten kan enten forblive en løsmasse eller i tidens løb sammenpresses, saa den blir mer eller mindre fast. Der frembringes altsaa ved vulkanernes virksomhed to særskilte bergarter. Undersøgt med forstørelsesglas sees lavaen at bestaa af sammenfiltrede, men tydelige krystaller, askemasserne derimod viser sig, hvor faste de end er blet, at bestaa af uregelmæssige brudstykker af forskjellig slags sten, af alle størrelser fra fineste støvgran til store" blokker. Ved at holde os til denne ligefremme og tydelige forskjel kan vi ordne eruptive bergarter i to store grupper: 1) De eruptive krystallinske bergarter, som er sammensatte af krystaller og fra smeltet tilstand er størknede til fast masse og 2) de eruptive brudstykke-bergarter, det vil sige de bergarter, der bestaar af det løse materiale, som kastes ud under vulkanske udbrud.

1. Krystallinske eruptive bergarter.

152. Granit er eksempel paa en art, der henhører til denne klasse. Vi saa ved vor undersøgelse af denne bergart, hvorledes den er ganske forskjellig fra bergarter som f. eks. sandsten eller kridt. Mender er, mange andre slags krystallinske eruptive bergarter. Saaledés forestiller lig. 25 et stykke, taget ud af lava, som i smeltet tilstand er flydt nedover et vulkansk berg. Smaa kantede krystaller, hvoraf nogle er sorte og større, andre kun viser sig som hvide stænk eller prikker, er spredte i hele stenmassen. En mængde runde hulninger sees ogsaa

Mg. 25. Stykke lava udvisende krystaller og blærerum.

— som om runde smaasten var faldne ud af massen. Disse hulheder er af vigtighed, fordi de viser, at klippemassen engang har befundet sig i smeltet tilstand. Medens den i denne smeltede tilstand endnu befandt sig dybt nede under overfladen, var den fuld af indestængt vanddamp og andre luftarter. Disse samlede sig i smaa blærer, eftersom den smeltede masse hævede sig, og dannede disse samlinger af mærkværdige hulninger, som nu sees i den størknede bergmasse. De er opstaaede paa en lignende maade som de huller, man nu ofte finder inde i brød, og som er dannede derved, at dampen har stræbt at slippe ud af deigen, naar denne blev opvarmet.

153. Al lava hører til denne klasse af bergarter. Et par billeder kan tjene til at vise nogle af de simpleste og mest fremtrædende træk ved disse lavamasser. I fig. 26 gives en tegning af enFig. 26. Vulkankeglen paa øen Volcano set fra nord, med en strøm af sort lava, der ikke er flydt ned til foden af skraaningen.

del af øen Volcano i Middelhavet. Lavaen er stegen op gjennem kanalen til randen af krateret (Fysisk geografi stykke 259) og flydt nedover skraaningen. I dette øieblik har naturligvis lavaen været flydende, lig smeltet jern, og under bevægelsen nedover er den blet afkjølet og har størknet. Læg mærke til, at den har ikke været istand til at naa foden af skraaningen; det har nemlig været en ubetydelig strøm, som afkjøledes og hærdedes, før den naaede saalangt. Betragt paa den anden side fig. 27. Den strøm, som her har udgydt sig, har været saa stærk, at den ene side af den vulkanske kegle er blet nedbrudt af den masse af rød- eller hvidglødendeFig. 27. Lavastrøm brydende ud fra vulkankeglen i en af de nui udslukte vulkaner i Auvergne, Frankrig.

lava, som er brudt frem og har flydt ned skraaningen, som en sort, vældig flod. Vi kan derfor se ind i det indre af krateret fra sletten nedenunder. Ved hvert udbrud udgaar der en strøm af smeltet klippemasse fra toppen eller siderne af en vulkan. Naturligvis søger denne paa samme maade som en almindelig flod til den nærmeste indsænkning eller dal, saa at rundt en virksom vulkan er dalene ofte opfyldte og begravede under paa hinanden følgende lavamasser. Ligesom floder er lavastrømmene ogsaa. af forskjellig størrelse. Den, som forestilles i fig. 26, har været for svag til at naa foden af bjerget, men ved det bekjendte store udbrud af Skaptarjøkelen paa Island i aaret 1783 brød to enorme strømme frem og banede sig vei, den ene næsten 63, den anden 70 kilometer. De flød i en bredde fra 10 til 20 km. eller mer, med en dybde af over 30 meter og paa sine steder, i indelukkede dybe

dale, indtil 190 meter.

154. En flydende lavastrøm er noget af det mærkværdigste, man kan se. I det samme denstrømmer ud fra randen af krateret eller fra en sideaabning, er den hvidglødende og flyder som smeltet jern. Men nogle faa meter nedenfor blir den mattere og mørkere, ligesom en glo, der falder fra onsristen ned paa gulvet, og samtidig afkjøles og størkner overfladen saa hurtig, at om faa dage kan man staa paa den, medens strømmen en eller to * fod nedenunder er rødglødende og antænder en kjæp, naar man støder den gjennem sprækkerne. Idet massen afkjøles, blir dens bevægelse trægere. Den ser ud som en uhyre masse cinders eller som slagget fra smelteovne. Sendrægtig bevæger strømmen sig fremad, idet den jævner med jorden træer, huse og andre gjenstande, den møder paa sin vei, og begraver dem under sin masse. De ujævne sorte eller sortbrune stenblokker skures mod hinanden og ruller ned skraaningen med en skurrende, metallisk lyd. Der staar fremdeles damp op fra mange revner i lavaen, og kvælende dunster slaar en imøde, livergang et vindpust hæver sig. Endogsaa efteråt massen er kommen til ro, förblir dens indre hedt i mange aar — hvad der senerehen vil blive nærmere omtalt.

155. Kunde vi gjøre en aabning i en saadan lavastrøm fra overfladen til bunden, eller, hvis vi undersøgte et profil af en ældre strøm, som ved en flods arbeide var lagt aaben for os, vilde vi finde, at under den øvre masse af ru, sorte eller brunsorte, slaglignende klumper, blir bergarten mere tæt og fast bygget; den har en næsten sort farve og er fuld af krystaller, hvoraf nogle er mikroskopisk smaa, mens andre fremtræder for det blotte øie. Nogle partier vilde maaske vise sig fulde af blærerum (fig. 25) og hist og her en større ujævn hulning, hvis sider ofte kan være tæt besatte med fine krystaller, der har taget form under massens lang-somme afkjøling. Visse lavastrømme antager under afkjølingen og sammentrækningen forunderlige og vakre former, idet deres indre deler sig i sekssidede eller uregelmæssige søiler. Basaltsøilerne i Eingalshulen paa øen Staffa ved Skotland (fig. 28) og i „Kjæmpedæmningen" i Antrim i Irland er dannede paa denne maade. Denne søiledannelse kan efterlignes ved at røre stivelse ud i varmt vand og lade det henstaa. Efterhvert som stivelsen tørrer og bærdes, deler dens indre sig i søiler eller prismer paa en lignende maade som basalt.

156. Dette slags bergarter forekommer rundt siderne af en virksom vulkan, f. eks. Vesuv eller Etna. Men de findes ogsaa, hvor der ikke nu længer er virksomme vulkaner, f. eks. i den midtre del af Erankrig. Der forekommer der en .hel række

Fig. 28. Øen Staffa, med Fingalshulen.

udslukte vulkaner, hvoraf en er aftegnet i iig. 27. Er vi først blet saa fortrolige med lavaens egenskaber, at vi kan gjenkjende den,- vilde vi kunne opdage vulkanske bergarter paa hundreder af steder, hvor man ikke har vidst af noget vulkansk udbrud, saalangt historien gaar tilbage.. Disse bergarter bærer vidnesbyrd om, at vulkaner engang i længst forsvundne tider har været i virksomhed, hvor der nu maaske er travle byer eller frugtbare marker.

157. Skjønt der f. eks. ikke nu findes virksomme vulkaner i Storbritannien, kan der paavises at have været udbrud i gamle tider, længe før menneskets fremtræden paa jorden. Nogle af de ældste spor af vulkansk virksomhed findes i det nordlige Wales, hvor lavamasser ikke sjelden danner et fremtrædende træk i den vilde egns fysionomi. Meget yngre er de lavadannelser, som forekommer i dækker og kupper dannende temmelig betydelige høide i de midtre dele af Skotland. Men. de sidste udbrud paa Nde britiske øer er de, som er foregaaede i en lang række fra Antrim i Irland over Hebriderne, Færøerne og helt nordover Island, og som har opstablet sine mægtige lavamasser til fjelde, der hæver sig i terrasseformede afsatser, og ovenpaa gjerne danner flade høisletter.

158. Der er imidlertid andre krystallinske eruptive bergarter end de, som kommer op paa overfladen og flyder ud som smeltet lava. Granit f. eks. er et godt eksempel disse krystallinske stene. Denne bergart synes ikke at være brudt frem til overfladen, men at være krystalliseret og afkjølet dybt nede under masser af andre bergarter. Og dog danner den nu i dagen liggende, nøgne, høie fjelde. Mange af fjeldtoppene" i det skotske høiland — Ben

Nevis, Ben Macdui og Cairn Grormf. eks. — bestaar væsentlig eller udelukkende af granit. Den samme bergart optræder ogsaa paa store høider midt i Alpekjæden. Man kan ofte finde aarer eller grene, der fra en granitmasse sendes ind i omgivende bergarter.. Disse kunde ikke være dannede, havde ikke denne bergart engang befundet sig i mer eller mindre flydende tilstand.

159. Men, kan man spørge, hvis graniten ikke er krystalliseret paa overfladen, men under masser af andre bergarter, hvorledes kan den da nu ligge i overfladen og endog rage op som nøgne, høie fjeldtinder? Dette spørgsmaal er ikke fuldt saa let at løse, men hvorledes svaret maa søges vil maaske blive lettere at forstaa, naar man har læst det afsnit, som behandler „Jordskorpen" (s. 91).

2. Vulkansk aske og tuf. §

160. Den i fig. 29 forestillede sten er et haandstykke fra et leie af hærdnet vulkansk aske. Det bestaar aabenbart af uregelmæssige, kan-

Fig. 29. Stykke vulkansk tuf — en bergart dannet af vulkansk aske.

tede stumper af sten. Det er brudstykker af lava og andre bergarter, som er sprængte i luften ved vulkanens udbrud. Af denne prøve er det

fremdeles klart, at disse brudstykker, da de faldt til jorden og djmgede sig paa hinanden, antog lagdelt form. Det lag af grovere stykker, som findes paa bunden, antyder en regn af grovere vulkanaske, de lag af mindre stumper, som ligger ovenpaa, viser, hvorledes der senere er falden en regn af finere støv. Det er under dette slags materiale, den romerske by Pompeji blev begravet (Fysisk geografi stykke 262). Det regnede ned paa gaderne og husene, som under det langvarige udbrud i den i nærheden liggende vulkan efterhaanden blev fuldstændig tildækkede. Ved udgravninger i ruinerne finder arbeiderne den dag idag gaderne og værelserne fyldte af lag bestaaende af vulkansk aske og støv.

161. Naar vulkansk aske falder i havet eller en indsjø, vil den naturligvis synke og afsættes paa bunden. Det hænder da, at den ogsaa tildækker og opbevarer resterne af planter og dyr, som maatte ligge paa bunden, naar udbruddet sker. Dette er ofte sket i forbigangne tider. Saaledes findes i berget Siiowdon i Wales mange hundre fod hærdet vulkansk aske, og ud af dens lag kan man endnu finde frem muslingskaller og andre havdyr, som viser, at det vulkanske materiale maa være faldt i havet. I Skotland finder man mange leier af lignende natur liggende mellem kullag. Disse masser af hærdet vulkansk aske og sten kaldes tuf.

II Hvor eruptive bergarter har sit udspring fra.

162. Det er aabenbart, at eruptive bergarter maa komme fra glødende hede steder inde i jorden. Af vor planets hele masse kan vi kun undersøge de ydre lag, og skjønt disse strækker sig fra toppen af det høieste bjerge til bunden af den dybeste grube,danner de dog kun en liden del af den hele klode. Lad os her lidt mere i enkelthederne gjennemgaa beviserne for en høi varmegrad i jordens indre og forbindelsen mellem denne varmegrad og visse begivenheder og forandringer paa overfladen.

163. Dybe boringer og gruber. Paa bunden af en dyb grube er temperaturen sædvanlig meget høiere end nær overfladen, og i det hele er varmen saa meget større, jo dybere gruben er. Hvis man borer ned i jorden efter vand, vil man paa samme maade finde, at et termometer, der slippes ned paa bunden og hurtig trækkes op, viser en høiere temperatur nede i dybden, og naar vandet kommer op, er det varmt.

164. Forsøg af denne art har man anstillet over hele kloden, med det resultat, at i en kort, men variabel afstand under overfladen forbliver temperaturen den samme hele aaret, men fra det punkt nedover stiger den med omtrent 1° Celsius for hver 34 meter. Hvis det stigningsforhold vedbliver ligedan indover, vilde varmen blive utaalelig, før vi kom langt ind. I en dybde af 3 kilometer, f. eks. eller vel' det, vilde vandets kogepunkt være naaet, og i en dybde af 40—50 kilometer vilde metallerne have naaet den temperatur, der svarer til deres respektive smeltepunkter, naar de befinder sig oppe paa jorden. Dette viser, at vor planets indre maa befinde sig i en overordentlig ophedet tilstand.

165. Beviser af en anden art hører til samme resultat. Byen Bath har længe været berømt for sine kilder. . Disse kommer op af jorden i en temperatur af 50° Celsius, det vil sige varmere end man almindelig bruger vandet i et varmt bad. Og saa-

. ledes er vandet strømmet op og flydt ud i havet, ligesiden romerne kom til landet — thi man harMg. 30. Geysirer eller springkilder, Island.

fundet levninger af deres bad —- og sandsynligvis længe før. Paa mange steder i verden forekommer lignende varme Mider- Island, Nyzeland, og Yellowstone Park i Wyoming i de Porenede stater, frembyder mærkværdige eksemplarer paa saakaldte Geysirer (springkilder), hvor der med visse mellemrum under stor larm sendes en straale med kogende vand og damp høit op i veiret.

166. Der maa sikkerlig være store forraad af varme inde i jorden, naar de skal kunne vedligeholde de varme kilder, som. findes saa mangesteds. Paa en endnu mere virkningsfuld maadelægger vulkanerne jordens indre varme for dagen. De hede luftarter og dampe, som stiger op fra kratrene, de hede vandstrømme, der undertiden trænger ud fra siderne, de strømme af smeltet lava, der bryder ud og vælter ned over siderne paa vulkanen, idet de brænder op og begraver trær, marker, haver, landsbyer — alt er tegn paa den umaadelige varme derinde, hvor de kommer fra.

167. Der skal fortiden være omkring 270 vulkaner paa jorden, der enten uafladelig eller fra tid til anden udsender damp, hed aske og lava (Fysisk geografi stykke 263). I den fjeldkjæde, der strækker sig langs vestranden af det amerikanske fastland, er der langs hele linien talrige vulkaner, hvoraf flere meget høie (som f. eks. Cotopaxi 18,877 fod). Fra det nordligste Amerika gaar de over de aleutiske øer og Japan til de malayiske øhav, og her er det — paa Java — et stort antal af dem. Fra dette punkt kan de med lange mellemrum forfølges til Nyzeland paa den ene kant, og paa den anden ind gjennem det midtre af Asien til Rødehavet og Middelhavet, op til Island og ned til Asorerne og derfra tversover til Vestindien og midten af Amerika. Selv i de sydlige polaregnes evige sne finder man dem, og ligesaa langt indenfor den nordlige polarcirkel paa øen Jan Mayn.

168. Men ved siden af disse vulkaner, som endnu er virksomme, findes omkring 400 andre, fra hvilke intet udbrud er iagttaget, og som kaldes udslukte (se fig. 27 og 31). Hvis vi paa et kart vilde mærke hvert sted paa jordens overflade, hvor hede gas'er, damp, aske eller lava nu bliver, eller engang i fortiden er blet udsendte, vilde vi finde meget faa større rum paa jordoverfladen, hvor der ikke var spor af vulkansk virksomhed. Et kart, hvorpaa saadanne mærker var afsatte, vilde vise,mg. 3i.

Vesuvs udseende ved begyndelsen af vor tidsregning, da det var en udslukt vulkan.

hvor udbredt den vulkanske virksomhed i det hele har været, med andre ord, hvor tydeligt den indre varme har givet sig tilkjende paa mange steder i overfladen.

169. Men eruptive bergarter afgiver ikke det eneste bevis, paa, at den indre varme paavirker

Fig. 32. Vesuvs nuværende udseende som virksom vulkan.jordoverfladen. De mere voldsomme jordshjælv (Fysisk geografi stykke 269) maa sandsynligvis tilskrives rystelser, der er foraarsagede ved tab af varme. Da legemer udvider sig, naar de ophedes, og trækker sig* sammen, naar de afkjøles, maa. jorden engang, da den var ganske anderledes varm, have indtaget større rum. Ved afkjølingen er den altsaa gradvis aftagen i størrelse. Denne sammentrækning i omfang foregaar sandsynligvis ikke jævnt og stadig, men snarere med mellemrum, med pludselige ryk, langs rækker af fjeldkjeder. Disse pludselige krampagtige sammentrækninger fremkalder (sandsynligvis) jordskjælv, der fra rystelsens udgangspunkt forplanter sig bølgeformig gjennem jordens faste skorpe.

170. Man vil maaske spørge, hvorfor jordens, ydre ikke smelter, eller idetmindste er varmere, siden den er saa hed indeni. Der kan ikke væra tvil om, ät vor klode engang for miljoner aar siden var uhyre meget varmere end nu. I virkeligheden har den dengang lignet vor brændende sol, hvoraf den engang sandsynligvis var en del, og fra hvilken den og de øvrige planeter en for en er blet udskilt. I det umaadelige tidsrum siden den tid har den holdt paa at afkjøles, og dens indre er kun den tiloversblevne rest af den voldsomme hede, som hele kloden engang

havde. De ydre dele er afkjølede og blet faste, men de er.daarliga varmeledere og slipper den indre varme kun langsomt ud i rummet. Trods det indres høie temperatur mærker vi derfor ikke noget til, at den opvarmer overfladen.

171. Naar vi tænker over en lavastrøms» historie, kan det maaske blive mindre vanskeligt at forstaa, hvorfor det er saa stor forskjel mellem temperaturen i jordens indre og paa dens overflade.X/avaen kommer ud af vulkanen saa varm, som om det var flydende, hvidglødende jern. Vi kan ikke komme nær den paa grund af den voldsomme hede, og det stærke lys blænder øiet {stykke 154). Alligevel er massen som omtalt allerede et lidet stykke fra krateren paa overfladen sort, haard og kold nok til at gaa paa. Men i det indre, under denne kolde ydre skorpe, maa den være rødglødende. Kunde vi vende tilbage til den samme lavastrøm en 10 aar bagefter, vilde vi kanske finde, at skjønt overfladen var aldeles kold — et størknet, ujævnt stenhav med fremstikkende ru klumper — var heden inde i massen stærk nok til at udsende skyer eller hvirvler af damp fra revner, hvori man ikke kunde stikke haanden uden at brænde den. Hvis en saadan liden lavaflod trænger saa længe til at afkjøles helt ind i sin kjærne, behøver vi ikke at undre os over, at jordklodens uhyre masse endnu er voldsomt hed indvendig, skjønt dens ydre har været haardt og koldt i mange tidsaldre. 172. Foruden de ovenfor omtalte jordskjælv (stykke 169) er ogsaa andre virkninger af jordens sammentrækning mærkbare blandt bergmasserne. Der fremkaldes et uhyre tryk eller spænding i de ydre dele, og da de er gjort af saa forskjelligt materiale — lagdelte, eruptive, organiske bergarter — giver de mer efter for trykket paa nogle steder end paa andre. Paa lignende maade som skallet paa et tørret og sammenskrumpet æble er altsaa jordoverfladen paa nogle steder blet skruet op, paa andre steder er den faldt ind, paa samme tid som den er bristet under trykket. Hvilke beviser der kan fremføres til støtte for disse udsagn, gaar vi i . det følgende over til at vise.,,91

Jordskorpen.

I. Beviser for, at dele af jordskorpen er blet hævede.

173. Vi er nu færdige med første del af den opgave, vi satte os (stykke 41) — undersøgelsen af det materiale, hvoraf jordens store stengulv er dannet. Vi har faat vide en del om tre store grupper af bergarter, der udgjør dette gulv — hvorledes de er tilbiet, og hvor de findes. Men samtidig har vi ogsaa fundet, at bergarterne ikke bare er en tynd bedækning som et trægulv, saa at vi nedenunder kan komme til noget ganske andet. Vi kan ikke komme ned under klippemasserne. Dybt som den dybeste grube findes de samme bergarter, som træffes paa overfladen. Det er altid gjennem en eller anden slags stenart, vi maa ned, saalangt vi overhovedet er istand til at trænge ind i jordens indre.

174. Denne af faste stenmasser dannede ydre del af jorden, paa hvilken vi bor, kaldes jordskorpen. Navnet skriver sig fra den tid, da man antog, at jordklodens indre var en ophedet flydende masse, med en forholdsvis tynd afkjølet skorpe udenpaa. Man har stridt meget om, hvorvidt hovedmassen af jordens indre er flydende eller fast, men betegnelsen „jordskorpen" er alle enige om at bruge, idet dermed menes den del af jorden, som kan iagttages af os — lige fra den høieste fjeldtop til bunden af den dybeste grube, og saalangt ned utider den, som man kan have nogen begrundet mening om, hvadslags bergarter der maa vere.

175. De bergarter, der danner denne skorpe, hører for størstedelen til den lagdelte gruppe,en stor mængde er af organisk oprindelse, og en mindre, skjønt altid betydelig del, tilhører den eruptive gruppe. Hvis man f. eks. i Storbritannien kunde samle alle de forskjellige bergarter af sedimentær og organisk oprindelse sammen og lægge lagene det ene paa det andet i den orden, hvori de er afsatte,' vilde de danne en masse at mindst 16 til 20 kilometers tykkelse. Af saadant materiale er det laste land bygget, saalangt mennesket har været istand til at trænge ned.

176. Det fremgaar imidlertid af, hvad der før er sagt, at mange lag af disse bergarter ikke nu ligger i deres oprindelige stilling. Stenbruddet,. f. eks., som vi benyttede først til at fremstille, hvorledes de lagdelte bergarter kan fortælle sin egen historie (stykke 104), beviste aldeles afgjørende, at skjønt det nu er tørt land, havde det engang været havbund. Og kullagene, som nu er begravede saa. dybt nede i jorden, var engang frodige skoge eller krat paa overfladen (stykke 128). Hvorledes kan en havbund være blet tørt land, hvorledes kan en skov, som

vokser under den fri himmel, være blet bedækket af mange hundrede fod faste stenmasser?

177. Vi begynder med, hvorledes havbunden kan være forvandlet til tørt land. For at følge denne forandring saa nøiagtig som mulig vælger vi et af de mest ligefremme eksempler, hvoraf kysterne i det nordlige og vestlige Europa frembyder mange.

178. Ved kysten af England og det ligeoverfor liggende Erankrig støder man mange steds paa. en lav, flad terrasse. Dens. ene side. vender mod havet, mens den indre kant begrænses af klipper eller skraaninger, der hælder ned mod den fra landsiden. Havnebyer er ofte bygget paa denne terrasse, saaledes f. eks. dele af Glasgov, GrreenockMg. 33. Hævet strandbred.

og Leith. Landeveiene er ofte anlagte langs denne flade terrasse, hvor de gjennemløber kornmarker, enge og landsbyer. Man kan faa et begreb om dens udseende af flg. 33, der viser, hvor flad den er, og hvor lidet den med sin ydre rand hæver sig over havet. Langs dens indre kant har vi en række af klipper, hvori der, som tegningen viser, er udhulet grotter. Dersom vi befandt os nogen steds paa denne terrasse, vilde vi, naar vi saa henover den jævne flade, som den bugter sig ud og ind langs klipperne og skraaningerne inde fra landet, uvilkaarlig blive slaaede af dens lighed med en gammel strandlinje. I tanken vilde vi maaske let kunne se havet bedække terrassen og bryde sine bølger mod klippernes fod.

179. Lader det sig gjøre at bevise, at denne tanke er andet end indbildning? Lad os se. Graa hen til terrassens indre kant og betragt nøie denrække af huler, som De der finder. Hvorledes er de blet udhulede i den faste klippe, alle i samme linje og nøiagtig paa samme høide, saaledes at bunden af dem netop ligger i jævnhøide med terrassen? Efeu og kaprifolium (vedvendel) hænger tæt sammenslynget omkring aabningen som et frodigt løvverk, og skulde vi træde ind, var vi kanske nødt til at bane ös vei gjennem et krat af nypetorne. Paa, gulvet finder vi runde rullestene ophobede. Loftet er delvis bedækket af bregner, mosvækster, og siderne er ogsaa behængte med grønt. Imidlertid stikker dog den nøgne klippe frem overalt, og den sees at være glatskuret og har det samme præg af at være slidt af vandet, som stenene under fødderne paa os. Ovenover derimod er klippen sønderrevet ved veirets indvirkning og viser sig ujævn, fuld af revner og fremspringende kanter. Siderne i hulen er glatslidte af én aarsag, klippesiden ovenover sønderrevet af en anden.

180. Forklaringen til denne ibrskjel kan findes ved en hvilkensomhelst klippefuld strand, hvorpaa bølgerne bryder. Vi har allerede set, hvorledes haarde klipper, der ligger ned til sjøen, slides glatte nede ved foden, hvor bølgerne naar op, paa grund af grusets og stenenes uafladelige skuring. Paa. samme maade skures enhver hulning, hvor bølgerne fører stene ud og ind. En eneste formiddag tilbragt ved en saadan kyst vil lære os paa en maade, saa, vi aldrig glemmer det, hvorledes klippesiderne glattes af bølgerne. Men hele den del af klipperne, som ikke naaes af braadsjøerne, kommer under andre kræfters indvirkning. Regn, frost og rindende vand, som samler sig i kiler i fjeldet, forener sig om at kløve og sprænge klippen og giver dem det forrevne, kantede udseende, som staar i saadan modsætning til den glatskurede nedre del.Fig. 33. Snit af en hævet strandbred.

181. Naar vi iagttager, hvad der nufortident gaar for sig langs en klippefuld kyst, og sammenligner denne med de klipper, der hæver sig langs den indre rand af vor terrasse, linder vi en lighed mellem dem, der berettiger til den slutning, at. denne klipperand engang har hævet sig fra havbredden, at bølgerne, som brød sig mod foden, har udhulet grotterne her, ligesom de fremdeles gjør andensteds. Klippelinjen langs den indre rand af terrassen betegner altsaa, hvor havstranden gik i gammel tid.

182. Videre beviser for havets tidligere nærværelse vil findes, naar vi udspørger terrassen selv. Hvorsomhelst man graver ned i den, findes sand,, grus, undertiden muslingskaller i store mængder. Terrassens ydre rand. som sjøen stadig tærer paa, viser os et profil af grus og sand, der sees at ligge i lag, aldeles som de nu afsættes i stranden nedenfor, og muslingskallerne er af det almindelige slags, saadanne, som ved hver flodtid skylles op paa sandet. Vi opdager, at terrassen simpelthen er en gammel strandbred, og havet maa have afsat sandet og gruset, samtidig som det udhulede grotterne ved foden af klipperne. Terrassen og grotterne beviser i forening en forandring i kystlinien.

183. Ved at maale, hvormeget grotternes bund ligger høiere end det punkt paa terrassen, som sjøen fortiden under høivande naar, kan vi finde ud,,96"

hvor meget den gamle strandbred har ligget høiere end den nuværende. Lad os antage, at forskjellen i nærværende tilfælde er 20 fod. Det er klart, at da maa enten landet have hævet sig, eller havet maa være sunket saameget som 20 fod.

184. Naar vi betragter det rastløse hav, med sin aldrig hvilende overflade, sin ebbe og flod, sine bølger og strømme, og i modsætning til denne hvileløse bevægelse, betragter det faste lands rolige ubevægelighed, kan det være naturligt at antage, at ved enhver forandring i landets og havets indbyrdes stilling, er det langt rimeligere, at havet har skiftet plads, end at der skulde være foregaaet nogen forandring med landet. Men tænk Dem nu om for et øieblik og husk paa, hvad det vilde betyde, at vandstanden paa et sted havde sænket sig. Uddyber vi bunden i den ene ende af en dam, sænkes jo vandstanden, ikke blot over den uddybede ende, men over hele dammen. Og hvis vi fylder den ene ende af dammen med sten og jord, saa den blir grundere end den anden, blir vandstanden hævet, ikke blot i den ene ende, men ens over det hele.

185. Tænk Dem nu istedenfor dammen det «tore verdenshav, der er en eneste uhyre sammenhængende flade vand. En forandring i vandstanden paa et sted maatte medføre forandringer paa andre steder, indtil en udjævning af vandstanden over den hele havflade var tilveiebragt. Hvis havet er sunket 20 fod fra vor terrasse (fig. 33, 34) maa en samtidig sænkning af vandstanden være indtraadt over store strækninger af havet ialfald, om ikke over hele

jorden. Er nu det tilfældet? Hvorledes skal vi bære os ad for at faa afgjort det?

186. Det er tydeligt, at hvis terrassen er fremkommen ved en nedsænkning af havbunden, maatte vi kunne forfølge terrassen fra land til land, eller97

endog fra fastland til fastland. Men vi vilde ikke have reist langt, før vi fandt ud, at en saadan terrasse hele verden over findes der ikke. Bare paa en saa begrænset-strækning som Storbritanniens kyster er der beviser nok, ikke blot for, at der ikke har været en almindelig sænkning af havet, men at visse forandringer i vandstanden, der er saa umiskjendelig fremtrædende i somme egne af øen, slet ikke er naaede hen til andre egne. Paa begge sider af Skotland er en gammel strandlinje tydelig fra mange steder. Men den forsvinder, efter som man kommer nordover, og mangler paa Ørknøerne og Shetlandsøerne, hvor der er mange ved en trang indgang beskyttede havbugter, som vilde have bevaret spor af den, hvis den nogensinde havde været der. Og langs størstedelen af Englands kyst mangler den ogsaa.

187. Undertiden hæver der sig en række terrasser, den ene ovenfor den anden, hvoraf hver betegner en tidligere strandlinje. I det nordlige Norge forekommer de i særdeles fuldkomne former og naar en høide af op til 600 fod og mer (fig. 35). Men de bevarer ikke overalt nøiagtig den samme høide over havet. Og en terrasse, der er meget tydelig paa et parti af én kystlinje, kan ganske mangle paa et andet, hvor en anden, som ikke ligger i samme høide, kan være fremtrædende. Disse variationer synes at antyde, at terrasserne ikke er blet til ved en over det hele rækkende, med mellemrum indtrædende sænkning af vandstanden. I det tilfælde skulde vi nemlig vente at finde en meget større ensartethed mellem dem.

188. Saa forunderlig det kan synes, er det ikke destomindre i. hovedsagen sandt, at det er landet, som hæver sig, ikke havet, som synker. Ud fra

den betragtning er det let at se, hvorfor der kan findes terrasser i nogle lande, i andre ikke, og hvorfor

Pig; 35. Strandlinjer (hævede strandbredder) ved Altenfjorden i Finmarken.

endog forskjellige partier af samme terrasse kan ligge i forskjellig høide. Landet er øiensynlig hævet paa et sted, paa et andet er det ikke hævet, eller mindre hævet. Den gamle strand-terrasse (fig. 33) kaldes en hævet strand, fordi den bestaar af grus, sand og lignende, der afsættes i stranden, og som siden er blet hævet over havfladen.

189. Enhver hævet strandbred tyder altsaa paa en gammel strand, og paa, at denne strand er blet hævet og lagt

tør. Hvor et antal af strandlinjer forekommer over hinanden som i Norge (fig. 35) viser de, at landet gjennem lange tidsrum med visse mellemrum har hævet sig. Hver strandlinje betegner hviletiden mellem hver gang det har hævet sig. Den øverste strandlinje er naturligvis den ældste, ogderfor mindre udpræget end de nyere, da den har lidt mer ved indvirkning af forskjellige kræfter som regn, frost og vandstrømme, som er saa virksomme ved landjordens ødelæggelse. (Fysisk geografi stykke 133—147).

190. I somme egne kan man næsten iagttage, hvorledes landet er ifærd med at hæve sig. I det sydøstlige Sverige f. eks. har man i klipperne sat mærke for høivande og finder, at de i aarenes løb har hævet sig. Fra den slags iagttagelser har man sluttet,' at landet der hæver sig en 2 til 3 fod i aarhundredet. Dette synes at være en langsom bevægelse, altfor langsom til at kunne 'mærkes undtagen ved meget nøiagtig maaling. Hvis den vedbliver saaledes i 1000 aar til, vilde imidlertid den nuværende strand have hævet sig 20 til 30 fod over. havet.

191. Denne hævning af havbunden, hvor uforklarlig den end synes, hører altsaa ikke bare fortiden til. Den gaar langsomt for sig paa forskjellige steder af jorden ogsaa nu. Og ligesom Norges kyst hæver sig uden nogen voldsomhed eller pludselige ryk, saaledes kan ogsaa 'havbundens hævning til tørt land i gamle tider have været en langsom og stille proses.

192. I alle lande afgiver bergarterne overflod af beviser for, at havbunden atter og atter har hævet sig til land. Det er især resterne af koraller, sjøstjerner, muslinger og andre havdyr, som findes indleirede i klipperne, der afgiver dette bevis. (Stykke 94—103). Den høide over havet, hvor de findes, giver begreb om, hvor stor hævningen har været. Muslingskallerne i den hævede strandbred, vi beskrev i stykke 182, antyder kun en hævning paa omkring 20 fod. Men hvis man fandt havmuslinger i en fjeldtop ved f. eks. 20,000 fods

7*høide, vilde de bevise, at havbunden var hævet mindst 20,000 fod (stykke 113). Ved beviser af denne art kan det godtgjøres, at den allerstørste del af landet stykke for stykke er blet hævet op af havet, og at bevægelserne langt fra har været regelmæssige og lige stærke overalt, men at somme partier er hævede til en langt større høide end andre.

II Beviser for, at visse partier af jordskorpen har sænket sig

193. Vi har nu paapegt endel kjendsgjerninger, der viser, at jordens overflade fra tid til anden er skyvet op, saa dele af havbunden er blet tørt land. Men en anden aldeles modsat bevægelse har forvandlet andre dele af landjorden til havbund.

194. Paa flere steder langs Englands kystlinje, f. eks. paa kysterne af Devon og Cornwall, og ligesaa i Firth of Tay, kan man i den del af stranden, som lægges tør under ebben, se mørke stumper stikke frem af det flade land, hvilke ved nærmere eftersøgen viser sig at være træstubber. Naar det

Fig. 36. Snit af en i havet sænket skog.

lag af sand, som har samlet sig i stranden, skrabes væk, findes der nedenunder et mørkt ler- eller muldlag, hvori træstubberne staar, og hvori vi kan finde hasselnødder, blade, grene, nu og da kanske vingedækket af en tordivel eller en knokkel af et landdyr. Træstubberne staar alle i den opreistestilling, hvori trærne vokser. Det sorte muldlag, hvori rødderne forgrener sig, er øiensynlig en gammel jordbund, og i denne kan man den dag idag finde bladene, grenene og nødderne, der faldt af træerne, tilligemed rester af de insekter, der har levet mellem de morkne stammer. Vi har her aabenbart for os levningerne af en fordums skog eller et stykke skogland.

195. Men kunde disse trær være voksede der, hvor resterne endnu ses, hvis vandstanden havde været den samme ? Paa ingen maade. Hassel, birk, or og eg, hvortil træstubberne for det meste henhører, maatte dø, hvis rødderne og stammen stadig skulde staa under vand. Man ser ingen af disse trær vokse saa lavt, at de stäar under vand ved flodtid nutildags, og vi kan ikke antage, at de nogensinde har gjort det. Er de voksede der, hvor stubberne findes, saa maa altsaa enten havet være steget, saa det har gaaet over dem, eller landet maa have sænket sig og sat dem under vand. Men nu har vi set- (stykke 188), at ved saadanne hævninger eller sænkninger er det ikke havet, der i nogen betragtelig grad forandrer sin vandstand, og vi maa altsaa slutte, at det er ved sænkning af landet, træerne er komne under vand. Disse sunkne skoge maa altsaa betragtes som bevis for, at jordoverfladen er faldt ind,

ligesom hævede strandbredder tages som bevis for, at den er skyvet op.

196. Med lidt eftertanke vil man forstaa, at det er lettere at finde beviset for, at landet har hævet sig, end at det har sænket sig. Naar en strækning sænkes under havet, udvisker bølgerne det, som er særeget for landjorden, især jordbunden med sit plantedække, ligesom de skoge, som er blet sænkede under vand, nu langsomt bortskylles. Naar derimod havbund blir til tørt land, blir dersaadanne spor som hævede strandlinjer og grotter, udhulede af bølgerne, tilbage, og disse betegner tydelig den strækning, der engang laa under havet.

197. Paa forskjellige steder paa jordkloden er det blet bemærket, at havet synes gradvis at stige op over landet. I virkeligheden er det landet, som synker ned i havet. Den sydlige del af Grønland f. eks. har i en udstrækning af flere hundre kilomoter, nu paa faa aarhundrer langsomt sænket sig, saaat klipper, som engang har ligget ovenfor det punkt, som høivandet naaede, nu er sænkede i havet, og folk har maattet flyttet sine huse længer og længer indover.

198. Andre beviser for dette har vi tidligere berørt. Kulleier, der engang var frodige skoge ovenpaa jorden, findes nu begravne dybt inde i jorden (stykke 122). Paa hvad maade er de komne der?

199. Kulgruberne er ofte mer end 1000 fod dybe. Kunde vi betragte alle de bergarter, grubens lange schakt er skaaret igjennem, vilde vi rimeligvis finde flere kullag blandt dem, foruden det, som grubearbeiderne holder paa med paa bunden. I virkeligheden drives ofte i samme grube flere lag i forskjellig høide, saaledes som fremstillet i fig. 37, der viser, hvorledes bergarterne ligger ovenpaa hinanden. Det lag, hvortil schakten i denne grube er blet ført, er det femte i rækken, men det er sandsynligvis valgt, fordi det er en bedre sort kul end de fire ovenfor og ved salget indbringer mere.

200. Et saadant snit som fig. 37, der ikke forestiller andet end, hvad man kan træffe i ethvert kuldistrikt, aabenbarer en række mærkværdige omvæltninger i egnens geografi, hvorved bølgende skoge flere gange efter hinanden er bleven begravede under jorden. Hvert enkelt kullag har aabenbart engang været en grøn slette, beskinnet af solen ogFig. 37. Snit af lagene i en kulgrube. c. Kullag, f. Spalte eller kløft, langs hvilken lagene er blet forrykkede.

prydet med vakre trær og bregner. De er allesammen blet begravede, det ene efter det andet, under tykke lag af sandsten og skifer. Til og med opretstaaende træstammer, der nu er blet til sten, findes undertiden i sandstenen og skiferen, og staar endnu i samme stilling, som de voksede i, og med rødderne forgrenede i den gamle jordbund (fig. 38.) 201. De underste lag er naturligvis de ældste (se stykke 107). Derfor maa de underste kullag være blit begravet, før de senere skoge kunde vokse op ovenpaa. De har sandsynligvis vokset paa en vid, sumpig slette, og da bunden sank, blev den forvandlet til en udstrakt havflade med grundt vand. Sand og ler, som førtes ud i vandet, har afleiret sig ovenpaa den i vandet nedsænkede skog og danner nu de leier af sandsten og skifer, som ligger ovenpaakullaget. Ved ophobningen af sand og grus er det grunde vand blet opfyldt, og bunden har tilsidst atter naaet op til overfladen. Da har en ny plante-

Fig. 38. Snit fra kulleierne ved Cape Breton, udvisende syv gamle

jordsmon, med resterne af ligesaa mange skoge. a. Sandsten, b.

Skifer, c. Kullag, d. Ler eller jordlag under kullene.

vækst begyndt at spire op, som har udbredt sig og taget ligesaa frodig vækst som den foregaaende. Saa har sænkningen af grunden atter indfundet sig;thi denne nye skog er ogsaa blet lagfc under vand. og "dækket med nye ophobninger af sand og ler. Hvert kullag afmærker altsaa en tid, da jordbundens, synken næsten eller ganske har ophørt, og en frodig; plantevækst har spredt sig over sumpene, hvorimod, sandsten og skifer antyder fornyelse af sænkningen, og ny indstrømning af sand og ler. .

202. Det viser sig da, at kulfelterne er opstaaede paa steder, der har sænket sig, og at sænkningen er foregaaet ikke uafbrudt, men med visse ophold. At den har fortsat sig gjennem. umaadelige tidsperioder fremgaar klart af den omstændighed, at lagene i kulfelterne er mange tusen fod tykke. De maa altsaa have brugt mange tidsrum til

sin dannelse.

203. Vi har nu bragt paä det rene to kjendsgjerninger angaaende jordskorpen: 1) Dele af dem: er blet skyvede op, saa de er stegne over havfladen, og 2) Dele af den er ogsaa ofte sunkne ind, saa landjord er kommen under havfladen. Disse bevægelser i den kunde ikke finde sted, uden at den undergik andre forandringer, som vi dernæst gaar over til at betragte.

III. Beviser for, at berglagene i jordskorpen er blet reiste, foldede og knækkede.

204. Naar vi husker paa, at jordskorpen ofte er skyvet op eller faldt ind, blir der intet forunderligt i, at berglagene ikke blot er hævede eller sænkede, men ogsaa trykkede sammen i skrukker og knækkede over. Istedenfor at bestaa af regelmæssige lag, det; ene paa det andet som i en løg, er jordskorpen saa knækket og sammenpresset, at paa mange steder er de underste eller ældste berglag skyvede langt op over de nyeste.205. Forat fremstille beviserne for disse forandringer i jordoverfladen paa en klar maade, begynder vi med et anskueligt tilfælde, den hævede strandbred, hvoraf der er givet profil i stykke 33 og 34. Sand og gruslagene er der uomtvistelig hævede op over deres tidligere niveau, men de er ikke paa anden maade forrykkede. De ligger endnu vandret, som de altid har gjort. Men kan det forudsættes at være tilfældet overalt langs terrassen? Vi fandt ud, at terrassen ikke kan spores rundt hele landet, at den forsvinder i visse retninger, og at altsaa hævningen, som frembragte den, ikke har været gjennemgaaende, men indskrænket sig til visse steder. Nu er det klart, at skjønt den opskyvede strækning steg saa jævnt langs hele linjen, at den hævede strandbred i en længde af mange kilometer ligger i samme høide, maa der dog mellem de partier, som er hævede, og dem som er forbiet i sin oprindelige stilling, forekomme et længere eller kortere mellemstykke, hvor lagene hælder ned fra det hævede parti til det, som ikke er hævet.

206. Forat anskueliggjøre dette kan vi paa et bord lægge et antal tøistykker, der forestiller de forskjellige lag i jordskorpen. Tøistykkerne ligger vandret ovenpaa hinanden ligesom lagene. Men livis vi skyver dem op paa et sted, blir der en hældning fra det hævede parti ned til det øvrige. Ved at lægge under dem et fladt bræt f. eks., vil en større del bli hævet. Over det flade bræt ligger tøistykkerne fladt, som lagene i den hævede strandbred, men fra den hævede flade skraaner de ned til de ikke hævede dele. Paa samme maade kan nok en hævning af jordskorpen, der kun indskrænker sig til visse steder, høine lagene over udstrakte partier, uden at deres horisontale stilling fbrstyrres,men den maa dog foraarsage en skraaning af lagene rundt yderkanterne af det hævede parti.

207. Hvor lag altsaa blir skyvede op eller sænkede mer, paa et sted end et andet, uden dog at knækkes over, maa de komme i en skraa stilling. Disse ujævne og uregelmæssige forandringer er indtraadte mange gange overalt paa jorden. Lagdelte bergarter ligger sjelden ganske fladt — sædvanligvis skraaner de, undertiden svagt, undertiden stærkt, de er altsaa ikke blot løftede op over havet, men er løftede uregelmæssigt og ujævnt.

208. I det stenbrud, vi beskrev i stykke 104,

Fig. 39. Skraatliggende lag.

laa lagene vandret. Men i mange stenbrud findes de skraatliggende som i fig. 39, hvor partiet tilhøjre er blet hævet, eller det tilvenstre sænket, mer end de andre. Paa nogle steder er de endog saa forrykkede, at de staar paa kant (fig. 40) som en række bøger i en hylde. Da de er blet til ved bundfald, afleiret paa flad eller svagt skraanende havbund, ser vi straks, at de ikke oprindelig kan have havt denne stilling, men at de maa være reiste paa ende ved forrykkelser af underlaget.Fig. 40. Lag, der er reiste paa kant.

209. Men det er ikke alt. Hvis vi trykker tøistykkerne, der ligger fladt paa bordet (stykke 206) sammen fra siderne, sætter de sig i skrukker eller folder (fig. 41). Paa lignende maade er bergarterne under de bevægelser, hvorved lagene er blet hævede, trykkede sammen i skrukker og folder. I fig. 42 f. eks. vises, hvorledes haarde bergarter er skrukkede og foldede, som om de ikke

Fig. 41. Tøistykker, der er klemte sammen i skrukker eller folder ved sidetryk.var andet end ovenpaa hinanden liggende tøier. Hvilket uhyre tryk maa de ikke have udholdt, før de blev trykkede sammen tilsaadanne former!

210. En aabenbar forskjel mellem tøierne og lagene ligger deri, at de første er bløde og bøielige, de sidste haarde og. stive. Men selv de ubøieligste bergarter maa dog give sig lidt, og naar de kan bøies med de forholdsvis svage kræfter og den korte

Tig. 42. Bøiede og foldede lag.

tid, der staar til vor raadighed, kan vi forstaa, hvorledes bergarter under et uhyre tryk, fortsat gjennem aarhundreder, dybt inde i jorden er blet forkrammede, som om de ikke var andet end stykker af blødt tøi.

211. Imidlertid maa der være et punkt, da bergarterne, om det overskrides, heller brydes end bøies. Der fremkommer spalter, og lagene blir for-skyvede enten op eller ned. En saadan spalte eller spring som det kaldes, vises i fig. 37 ved f, hvor kulleierne og de mellemliggende lag er knækkede over og nu paa den ene side af spalten befinder sig paa et lavere niveau end paa den anden..

Fig. 43. Eruptive bergarter, der er trængte op i sprækker og spalter i jordskorpen.

Forskyvninger af denne art forekommer saa hyppig, at hele jordoverfladen kan betragtes som et netværk af spalter. Dette foraarsager store vanskeligheder ved driften af kulgruber. I de leier, som snittet fig. 37 forestiller, vil den gang, som skal drives langs kullaget tilvenstre fra schakten; nødvendigvis maatte sænkes dybere der, hvor kullaget er knækket over ved forskyvningen (f).

212. Saadanne spalter er ofte blet fyldte af eruptive bergarter, der i smeltet tilstand er drevne op i dem fra jordens indre, saaat de skjærer de andre bergarter midt over. I snittet fig. 43 f. eks. er to saadanne forskyvninger foregaaede i en række af lagdelte bergarter, saa at tre forskjellige grupper A, B og C er bleven forrykkede. I spalten tilvenstre har en eruptiv bergart (I) trængt et stykke op. Men i den tilhøire er der steget op en langt større smeltet masse, der ikke blot har fuldstændigskilt ad de lagdelte bergarter B og C, men endog; gjennembrudt gruppen B og naaet op paa den nuværende overflade,

IV. Fjeldenes oprindelse.

213. Man taler om de „urokkelige fjelde", som om de havde bestaaét fra begyndelsen af verdens, historie. Der er ogsaa faa ting paa jordens overflade, der giver et indtryk af saa stor ælde. Saalangt historie eller sagn naar tilbage, er fjeldene blet staaende, uden at der kan spores forandringer. Fordi de altid for mennesket har syntes at være, hvad de nu er, er vi tilbøielige til at anse dem for at udgjøre dele af vor klodes oprindelige bygning.

214. Af hvad vi i det foregaaende har set, er vi dog nu forberedte paa at finde, at fjeldene,, gamle som de utvilsomt er, ikke hører til tingenes begyndelse. Det er endnu muligt at 'komme efter deres oprindelse og finde spor til vor jordklodes historie fra en tid, da fjeldene endnu aldeles ikke fandtes. Beretningen om denne gamle historie indeholdes i de bergarter, hvoraf fjeldene bestaar. Vi har set, hvorledes bergarterne kan bringes til at fortælle sin egen historie. Vi fortsætter kun den samme fremgangsmaade, naar vi udforsker, hvad bergarterne kan fortælle om fjeldenes tilblivelse.

215. Først og fremst befindes enhver fjeldkjæde ved undersøgelsen at bestaa af bergarter hørende til en eller flere af de tre beskrevne grupper. Navnlig bestaar da hovedmassen af de fleste fjeldkjæder af forskjellige lagdelte bergarter — sandsten, konglomerat, kalksten og andre slags; Nu har vi fundet, at disse er afsatte i vand, for det meste i havet. De indeholder ofte rester af muslinger, koraller, sjøpindsvin eller andre havdyr, og disse112

rester kan man iinde i bergarterne endog ofte paa fjeldtoppene (stykke 145). Der trænges intet klarere bevis paa, at fjeldene ikke er saa gamle som „tingenes begyndelse", thi disse fossilier beviser, at havet engang har rullet over, hvad der nu er høie fjelde.

216. Endvidere kan fjelde bestaaende af bergarter, som dannes i havet, ikke være blet til uden der var en kraft, som kunde hæve havbunden i høiden. Denne kraft er allerede antydet (stykke 169 — 172). Som følge af afkjølingen er den ydre skal paa vor klode under det ved sammentrækningen fremkomne uhyre pres, paa sine steder drevet i veiret i form af rygge med udstrakte indsunkne strækninger i mellem. Ryggene danner fjeldkjæder, medens de indsunkne partier er fyldte af havet. Paa et verdenskart kunde vi forfølge de vigtigste rygge eller

hævningslinjer, som de kaldes, paa kloden. Blandt alle disse folder eller opskyvninger er den mærkeligste maaske den lange kjæde af fjelde, der løber langs hele det amerikanske fastland. De forskjellige rygge, som dannes af Rocky Mountains, Centralamerika, Cordilleras og Andes er en eneste forlænget, uhyre hævningslinje. Andre mindre rygninger træffes paa det samme fastland, f. eks. Alleghanykjæden i den østlige del af de Forenede stater. I Europa gaar en hævningslinje tvers over fastlandet, idet den paa sin vei udsender forskjellige udløbere. Den sees i Pyrenæerne, dernæst i Alperne med en udløber mod syd, Apenninerne, derpaa føres den videre mod øst af Karpaterne og Kaukasus, lige til det kaspiske hav. Imidlertid kommer den samme linje atter tilsyne paa den anden side af dette ind-hav og krydser det uhyre asiatiske fastland i to forskjellige retninger løbende grene. Den ene løber mod sydøst og danner den mægtige Himalayakjæde,medens den anden strækker sig mod øst tversover det store asiatiske høiland til kysten af Stillehavet. Naar disse umaadelige fjeldkjæder betragtes som resultatet af jordmassens afkjøling og sammentrækning, faar vi uvilkaarlig et indtryk af, hvilken umaadelig kraft det maa være, der har kunnet sammenfolde og opskyvé klippemasserné i rygge mange' tuseh kilometer lange og mange tusen fod høie.

217. Da imidlertid jordkloden här været ifærd med at afkjøles og trække sig sammen fra et meget tidligt stadium i dens historie, vil vi rimeligvis finde, at fjeldene er løftede til forskjellige tider og derfor er af forskjellig alder. Lidt iagttagelse af bergarterne' er nok til at vise, ikke blot at fjeldene ikke er af én alder, men at endog det samme fjeld ikke er dannet paa en tid. Visse dele af det maa være hævede længe før andre.

218. Sæt at en række almindelige lagdelte bergarter, som vi 'har beskrevet — sand-

Fig. 44. Snit af en række lagdelte bergarter oprindelig afsatte paa * havbunden f vandrette lag.

sten, konglomerat og skifer f. eks. — er blit afsatte paa havbunden. De vilde da have lagt sig i flade lag ovenpaa hinanden (fig. 44), indtil de var ophobede til maaske mange tusen fods tykkelse, og i lang tid kunde de være forblevne uforstyrrede. Videre vil vi antage, at de tilfældigvis ligger paa et af de svagere partier af jordskorpen, som naar den stadig voksende virkning af jordens sammentrækning begynder at gjøre sig gjældende, skyves ud og drives i veiret ved sidetryk fra de til hver

Geikie : Geologi. 8side indfaldende partier. Klemt sammen ved tryk fra de synkende strækninger vil de tidligere vandret liggende bergarter sætte folder — som tøierne

Fig. 45. Snit af et fjeld, dannet af foldede lag (A), hvis opskyvning og foldning er foregaaet før afleiringen af de flade lag (B).

i fig. 41 — og tvinges op over de omgivende dele (fig. 45). En ryg eller fjeldkjæde vil saaledes hæve sig paa jordoverfladen.

219. En saadan ryg eller kjæde, dannet af nu foldede, men engang vandrette lagdelte bergarter (A) kunde ikke hæve sig i veiret uden at blive udsat for de forskjellige kræfter, der uafladelig arbeider paa jordoverfladens ødelæggelse (Fysisk geografi stykke 133—147). Luft, regn, kilder, floder, frost vilde angribe det nydannede fjeld og begynde at tære bort dets overflade, saasnart det løftede sit hoved over havfladen. Dybe furer vilde med tiden blive udgravede i siderne, og alle løsnede brudstykker skyllede nedover til lavere liggende steder. Der vilde brudstykkerne danne nye lag afsatte, ved foden af de ældre klipper, saaledes som i fig. 45, de nyere lag B sees at ligge paa de ældre A.

220. Et saadant snit som fig. 45 vilde sætte os istand til, relativt idetmindste, at bestemme fjeldets alder. Vi kan bestemt paastaa: 1) at der har været en tid, da fjeldet ikke har været til, men dets plads har været indtaget af havet, hvori de lagdelte bergarter A er bleven afsatte; 2) at fjeldet er blet dannet ved', at disse bergarter klemtes op i folder, og at dette er sket, før nogen af bergarternei rækken B begyndte at dannes, og 3) at efter dannelsen af lagene B er hele massen blet løftet, saa at disse lag steg i veiret og blev først land.

221. Sæt imidlertid, at der paa et andet sted i fjeldkjæden forekom en saadan ordning af bergarterne', som forestilles i fig. 46. Her som i det foregaaende ser vi, at partiet A er skruet op, før partiet B kan være afsat paa det. Men her sees ogsaa partiet B at være rykket ud af sin oprindelige vandrette stilling og reist op. Et saadant

fjeld vilde antyde tre paahinanden følgende hævnings-perioder, den første før B-partiets dannelse, den anden før C-partiets dannelse, den tredie derimod bagefter; thi ved den hævedes ogsaa dette parti til landjord.

222. Det er paa denne maade, vi bestemmer, fjeldkjæders relative alder. Overalt, hvor lagdelte bergarter er stillede paa kant eller foldede, ved vi, at der er sket en forstyrrelse, og hvor randen af saadanne af lave bragte bergmasser findes dækket af andre igjen, ser vi, at hævningen maa være indtraadt imellem dannelsen af de to forskjellige partier.

223. Dersom vi kunde opdage kjendemærker, der sætter os istand til overalt at gjenkjende de bergarter, der efter sin oprindelse og dannelsestid hørte sammen, hvis vi f. eks. kunde være visse paa, at grupperne A og B i iig. 45 og 46 forekom baade i Norge og England, kunde vi sammenligne

Fig. 46. Snit af et fjeld, hvor partiet A er hævet før partiet B og dette før C.

fjeldenes relative alder, i de to lande. Lad os tænke os to bjerge, et i Norge og et i England, hvis bergarter er af samme serie, det vil sige hører sammen, ifølge oprindelse og dannelsestid. Hvis det norske viser en bygning, som i snittet fig. 46, og det engelske er bygget som fig. 45 viser, kunde vi slutte, at det første var yngre eller rettere sagt var hævet senere end det sidste.

224. I det følgende afsnit vil blive paavist, hvorledes geologerne ved forsteningerne sættes istand til overalt at gjenkjende de bergarter, der hører til samme serie. Dette slags beviser sætter os istand til at bestemme, hvilke fjeldkjæder er de ældste, og hvilke er de, yngste. De godtgjør f. eks. at de kjæmpemæssige Alper, der taarner sig saa høit op over Europas sletter, ikke er saa gamle som mangt et berg i Wales og Skotland.

225. Endnu en indre eiendommelig og rigtig omstændighed ved fjeldene læres af saadanne snit som fig. 45 og 46. Den serie af bergarter, der er mærket A, er i begge tilfælde den ældste del af fjeldet. Man skulde tro, at det ældste parti maatte ligge begravet dybt under de yngre. Ved undersøgelse viser det sig, at de ældste dele ikke altid ligger lavest, tvertimod kan de som i de to givne tilfælde være skyvede op gjennem de yngre dannelser, saa de nu danner de høieste tinder og rygge. Hvis vi udforsker siderne af fjeldet, finder vi imidlertid, at de ældste bergarter, der fremtræder i midten som de høiestliggende, gaar ind under de yngre, saaledes som i tegningen serien A passerer ind under B.

226. Jordoverfladens forvitring foregaar overalt saa uafladelig, at enhver fjelclkjæde med tiden undergaar mangfoldige forandringer. Toppene og siderne smuldrer hen og blir lavere. Fjeldkammen117

splintres op i tinder og takker, eftersom regn og frost i de lange tidsrum virker paa dem. Siderne kløves og ødelægges, saaat der Blir bare knatter og klippespidser igjen. Revner, kløfter, fjeldskaar, ja store dale Udhules af de ustanselige bække og floder. Skjøht den oprindelige hævningslinje forbliver, blir den hævede strækning saaledes, efter-hvert som ødelæggelsen skrider frem, sønderlemmet i utallige rygge og dale.

227. Virkningen af den langsomme, men uophørlige ødelæggelse er saa uhyre, at store høisletter og sammenhængende fjeldmasser er blet sønder-

Fig. 47. Høislette, som. ved elxenes løb er bleven sønderdelt og udskaaret i render og dale.

lemmede i bergkamme og afsondrede klipper. I fig. 47, der forestiller parti af en høislette i Spanien, kan vi saa af sige iagttage, hvorledes udhulningen skrider frem. Vi ser, hvorledes strømmene, eftersomde kommer længere ned paa sit løb og antager større omfang, ndskjærer bredere og dybere render i klipperne. Kanalerne, hvorigjennem elvene løber, udvides lidt efter lidt til dale, høilandet sønderlemmes i uregelmæssige rygge, og disse deles videre i smaapigger og høie, der aftager i omfang og høide, eftersom frost og regn angriber top og sider. Eksempler paa disse forandringer kan findes paa alle kanter af jorden. I England f. eks. er fjeldene ligesom paa tegningen fig. 47 kun tilbageblevne stamper, som staar igjen, efterât dalene, som omgiver dem, er blet udhulede. De maleriske kløfter og sandstenssøiler i Saksen, Indiens store Ghauts, taffelbjerget ved Kap, de dybe, svære render — de saakaldte Canons — tillige med de tilbagestaaende bergstumper i det vestlige Amerikas fjeldplateau, er allesammen eksempler paa den slags dannelse.

228. De kræfter, der har udskaaret dale og ladet bjergrygge staa igjen mellem dem, er endnu i virksomhed. Hvert aar føier ny ødelæggelse til. Naar vi ser paa en fjeldkjæde, saa ved vi altsaa, at vistnok er den fra først af skyvet op ved bevægelser under jorden, men vi skjønner ogsaa, at alle de velkjendte former, den nu har, er bagefter blet udformede i den ved de samme kræfter — regn frost, kilder, isbræer o. s. v., som endnu arbeider paa at udmeisle dens overflade.

V. Hvorledes bergarteme i jordskorpen fortæller jordens historie.

229. Naar en historiker giver sig ifærd med at skrive sit lands historie, er hans første omsorg at gjøre sig bekjendt med alle de spredte dokumenter, der kan kaste lys over de begivenheder, hanfaar at beskrive. Han ransager de offentlige arkiver og bibliotheker, sanker, hvad han kan fra bøger, studerer gamle mindesmærker, reiser maaske endog til fremmede lande, forat søge efter udenlandske dokumenter fra samtiden, der kan forklare, hvad der er dunkelt og usikkert hjemme. Først efter et misommeligt arbeide er han istand til at sammenstille 6g uddrage resultaterne af alt det, han har faat at vide, og sammenflette det i en helstøbt fortælling. Under sine forskninger vil han utvilsomt finde visse tider langt bedre belyste ved samtidige vidnesbyrd end andre, medens der muligvis vil findes tidsafsnit, hvorom han ikke er istand til at samle nogen tilfredsstillende underretning, enten fordi der aldrig har eksisteret skrevne beretninger om dem, eller fordi de dokumenter, der meddelte kjendsgjerningerne, i tidens løb er gaaet tabt. Hans fremstilling blir derfor ikke overalt lige fyldig og paalidelig. Der kan endog forekomme huller, som ingen forskningsiver har kunnet sætte ham istand til at udfylde.

230. Som det gaar historikeren i ethvert land, saaledes ogsaa geologen. Som alt er antydet — og som det klart maa fremgaa af, hvad vi i det foregaaende har udviklet — har jorden sin historie ligesaavel som menneskene, der bor paa den. Geologen kan kaldes jordklodens historieskriver. Hans store maal er at sanke alle vidnesbyrd, som endnu kan faaes, om de paa jordoverfladen foregaaede forandringer, og at ordne dem i den rækkefølge, hvori begivenhederne er indtrufne, saa at de kan vise gangen i den geologiske historie lige op til nutiden.

231. Hvad optegnelser, indskrifter, mindesmærker, mynter og bøger er for historikeren, er bergarterne i jordskorpen for geologen. De indeholder omtrent alle de vidnesbyrd, som staar tilhans raadighed. De, som han kan samle paa et sted, maa sammenlignes med dem, han kan sanke et andet. Han 'maa reise vidt og bredt og søge efter kjend'sgjerninger, som han ikke kan finde for sin egen dør. Der vil ganske vist bli steder, hvor forbindelsen glipper, og som selv en gjennem mange aars arbeide erhvervet indsigt aldrig kan slaa bro over; thi som vi har set, undergaar klipperne i jordskorpen omvæltninger, der foraarsager ligesaa store ødelæggelser paa sin maade som de, der har tilintetgjort byers og nationers arkiver. Geologen kan derfor i bedste fald kun tilveiebringe en ufuldstændig beretning. Men det er en beretning, der, har dyb interesse for os alle, thi det er fortællingen om vor egen klode —- om dens fastlande og have, bjerge,' dale, floder, indsjøer, om de plante- og dyrearter, der har levet paa den, og om selve menneskets fremtræden og fremgang.

232. Om de tidligste stadier i en jords historie er ingen direkte vidnesbyrd nu at erholde af bergarterne, men efter de forskninger, man har foretaget angaaende solens og stjernernes beskaffenhed, kan det anses for sikkert, at solen og jorden, tilligemed alle andre himmellegemer, der indbefattes i, hvad vi kalder solsystemet, har udgjort en eneste uhyre taagemasse — nebula —, og at jorden og de øvrige planeter, der bevæger sig om solen, en for en er blet skilte ud fra taagemassen, hvoraf solen nu er den tilbageværende centralmasse. Da jorden blev slængt ud fra solen og blev en selvstændig planet, maa den have været en voldsomt ophedet masse, som solen endnu er. Der kan ikke være opstaaet nogen saadanne bergarter, som vi nu ser, før længe efter den tid. Saalangt end bergarterne fører os tilbage i tiden, kan de altsaa ikke føre os tilbage til hin tid, da jorden begyndte sin historiesom særskilt planet. Hine tidlige tiders forandringer kan man blot danne sig en mening om gjennem astronomiske vidnesbyrd i forbindelse med studium af jordklodens egen bygning.

233. De foregaaende blade er skrevne forat vise, hvorledes de forskjellige bergarter kan bringes til at meddele hver sit lille bidrag til jordklodens historie. I bergarterne i et eneste stenbrud, f. eks., har det lykkedes os at gjenkjende en gammel havbund tilligemed rester af havdyr, som har levet der (stykke 113—116). Fremdeles har vi set, hvorledes en torvmyr kan sætte os istand til at paapege grænserne for en længst forsvunden indsjø, som

vore forfædre engang har befaret i sine af en egetræstamme udhuggede baade (stykke 129—137). Endvidere har vi fundet, at bergarterne i en kulgrube kan berette om den ene skog efter den anden, der engang har staaet i grøn og frodig vækst oppe paa overfladen og derefter er sunket ned en for en, saa de nu ligger begravede dybt inde i jorden (stykke 289—202).

234. I plisse og alle lignende tilfælde, hvor vi lader hver serie af bergarter fortælle sin egen historie, er denne historie kun en del af jordklodens-almindelige historie. Jo mere omhyggelig vi kan samle alle de enkelte beretninger, desto fyldigere blir den sammenhængende fremstilling af jordens historie, som geologien har til hensigt at udarbeide.

235. Ifølge loven om lagenes rækkefølge (stykke 107) er de underste lagdelte bergarter de ældste. Vi kan ikke trænge mer end et lidet stykke ned i jorden. De dybeste gruber og boringer naar kun nogle faa tusen fod under overfladen. Hvis disse bergarter endnu laa i den flade stilling, hvori de er afsatte, vilde vi kun blive istand til at gjøre os bekjendt med dem, som ligger nær overfladen.Men da lagene er bøiede, knækkede og opskyvede paa den maade som sket (stykke 204—212, 213— 225) ser vi ikke blot de øverste lag, men nogle af de allerældste masser. Istedenfor at ligge fladt finder man sædvanlig, at lagene løber mer eller mindre skraat ind i jorden, saa vi ofte kan gaa paa lagenes opadvendte rand (se fig. 38 og 39). Saa langt fra endnu at være begravede under flere tusen fod tykke bergmasser, som engang har været tilfælde, er de underste lag ofte hævede saa de danner toppen af de høieste fjeldkjæder (stykke 225). For geologen er det altsaa ikke nødvendigt at gjøre bybe boringer eller gruber forat udfinde lagenes orden i bergarterne under vore fødder. Ved nøiagtige profiler af, hvad der kan iagttages paa overfladen (som i fig. 45 og 46), kan han sædvanlig bestemme rækkefølgen med sikkerhed, og da ved han, hvilke der er de ældste dele af beretningen, og hvilke er de nyeste.

236. Jordskorpen bestaar, saalangt vi kan undersøge den, idetmindste hovedsagelig af lagdelte bergarter og bergarter af organisk oprindelse. I disse maa altsaa hovedkilderne til jordens historie søges. Hvis vi kunde stable dem op paa hinanden i den orden, de er dannede, vilde de sandsynligvis udgjøre en masse af mer end et snes kilometers tykkelse. Dette er altsaa det bibliothek, hvorfra momenterne til den geologiske historie maa samles.

237. Foruden lagenes rækkefølge har geologerne en anden nøgle til bestemmelsen af bergarternes relative alder. Ved at sammenligne de forskjellige partier eller afdelinger af lagrækkerne har de fundet, at de forstenede plante- og dyrerester ^i den ene afdeling afviger fra dem, som forekommer i de andre afdelinger. Tager vi igjen frem fig. 46 f. eks. saa er det ganske sikkert, at dersom der forekommerforsteninger i partiet A, vil de vise sig forskjellige fra dem, som findes i partiet B og disse igjen fra C. Hvis vi med nutidens planter ojg dyr som udgangspunkt gaar tilbage til ældre og ældre bergarter, erfarer vi, at de forstenede planter og dyr stadig viser større og større ulighed med dem, som nu lever. Hver af de større afdelinger af bergarterne viser sig at have sine særegne forsteninger. Foruden ved lagenes paahinandenfølge kan vi altsaa skjelne disse afdelinger fra hinanden ved hjælp af forsteningerne.

238. Ved disse inddelingsmetoder kan den umaadelige sammenhobede masse af lagdelte bergarter deles i nogle faa store afdelinger, disse i underafdelinger, saa at, naar der findes et lag af bergarter, kan det henføres til sin særskilte del af den hele uhyre række. Denne inddeling er nødvendig for klarheds skyld, omtrent som et historisk værk maa inddeles i bind, disse i bøger, og bøgerne igjen i kapitler, sider og linjer.

239. Geologen stræber da at bygge en sammenhængende fremstilling af jordens historie, idet han benytter enhver kjendsgjerning, som bergarterne meddeler. Han viser, hvorledes land og hav ofte har skiftet plads, hvorledes vulkaner fra tid til anden er udbrudte i alle egne af kloden, hvorledes hele fastlande efterhaanden er blet opbyggede, hvorledes fjeldkjæder lidt efter lidt er opstaaede, hvorledes dale, kløfter og indsjøer er udhulede, hvorledes klimaet i de forskjellige egne langsomt kan være skiftet fra tropisk hede til arktisk kulde. Under alle disse revolutioner i selve den faste jordmasse finder han, at der samtidig er foregaaet umaadelige forandringer med de planter og dyr, der har levet paa overfladen. Han påaviser, hvorledes livet begynder i den fjerneste fortid med dealler simpleste organismer, og at de saa- i de lange tidsperioder gjennem høiere og høiere organismer (stykke 117) har udviklet sig lige til nutidens, former. Han kan iagttage, hvorledes gruppe efter gruppe af

skjællene, fiskene, eller krybdyrene er opstaaede, og efter lange tidsrum uddøde, for at erstattes af nyere arter, indtil mennesket henimod slutningen af jordhistorien er optraadt paa skuepladsen.

240. Af de mange kjendsgjerninger, som den geologiske historie stiller frem for os, maa vi derfor faa et stærkt indtryk af vor klodes høie ælde og af den række forandringer, der paa en saa vidunderlig maade har ført frem til den nuværende tingenes orden. Vi erfarer, at bjerge og dale ikke er opstaat pludselig, som vi nu ser dem staa der, men er dannede veden række langsomt foregaaende processer, lig dem, der i: nutiden udfører det samme langsomme arbeide. Vi opdager, at landjorden under vore fødder paa ethvert sted kan meddele sin egen historie, naar vi blot forstaar at spørge den. Og hvad der er mærkeligst af alt, vi finder, at de plante- og dyrearter, der nu bebor landet og havet ikke er de oprindelige første arter, men at der forud for dem er gaaet andre, før dem' atter andre. Vi ser, livet paa jorden har sin historie ligesaavel som den døde materie. Ved begyndelsen af denne vidunderlige historie opdager vi alene spor af lavt-staaende former foraminiferér fra atlanterhavs-dyndet. Ved slutningen af den staar vi ansigt til ansigt med mennesket — dét tænkende, arbeidende, rastløse menneske, der fører en bestandig kamp med naturkræfterne og lærer at beseire dem en for en ved at rette sig efter de love, der styrer dem.Slutning.

241. Forfatteren af denne lille bog begyndte med geologien, mens han. endnu var skolegut. Men han lærte den ikke af bøger. Paa en liden udflugt en feriedag traf han, paa nogle forsteninger, og denne rent tilfældige omstændighed henvendte hans tanker paa disse gjenstande, der snart blev hans væsentligste beskjæftigelse i alle ledige stunder. Han kan se tilbage paa disse landturer, hvor han søgte efter forsteninger og bergarter, ikke blot som nogle af de lykkeligste timer i sit liv, men ogsaa med bevidstheden om, at de har været af den største vigtighed for hele hans senere liv. Det er derfor nd fra egen dyb erfaring, han gjerne, ønsker at. henvende nogle ord til unge læsere, som endnu har sin livsbane foran sig, og hvis fremskriden paa denne bane kan blive lykkelig eller ulykkelig, alt efter den retning, deres tankeliv er ledet ind paa fra begyndelsen- af løbet.

242. D.en væsentligste hensigt med denne fremstilling har ikke saameget været at meddele tørre lærdomme, som at vise, hvorledes De kan bruge Deres øine til at iagttage naturen og Deres dømmekraft til at uddrage resultater og iagttagelser. Geologien er en saa omfattende gjenstand, at der her kun kunde gives en kort fremstilling af visse dele af den, — de dele, der syntes bedst egnede til at. sætte Dem istand til at prøve det, som bogen peger paa, hvad De hver dag kan se rundt om Dem i naturen.

243. , Det er ikke planen med disse kapitler at føre videre ind i jordens historie. De har ført Dem til indgangen, hvorfra De kan se, hvad slags skatte den gjemmer. De har nu faaet vide nogetom de almindelige principer, hvorpaa denne historie er bygget. Set i lys af, hvad geologien lærer, faar hver gadesten og smaasten i stranden interesse og belysning. Er De først bleven besjælet af de tanker, som disse blade har søgt at vække tillive, vil De ikke længer være tilfreds med at samle mineralier og stene, som skolegutter sædvanlig gjør, bare fordi de er smukke gjenstande at se paa. Bortset fra skjønheden vil De søge at komme efter, hvad de er, og hvad de kan fortælle om det faste lands historie.

244. Et landskab vil ikke tabe noget af sin skjønhed i Deres øine, om De forsker efter, hvorledes bergarterne i dets /høidepartier er tilbiet, hvorledes fjeldryg og dal er opstaaede, hvorfor der et steds hæver sig et fjeld, og et andet sted strækker sig en milevid slette. Naar De staar ved randen over en skummende elv, fængsler det Dem ingenlunde mindre at se den stryge forbi og høre duren af den, om De tænker paa floden som et af naturens mægtigste redskaber, dag og nat beskjæftiget med at udgrave sit leie i klipperne og føre det af fjeldene løsnede materiale ned til sletterne og havdybderne. Havets bredder vil faa ny tiltrækning, naar De langs klipperne og grotterne sporer den fremadskridende ødelæggelse og i den af sand, grus og rullesten opfyldte strand opdager et sidestykke til de lagdelte lag, hvoraf fjeldene er opbyggede.

245. Ethvert stenbrud, kløft eller strand, hvor det nøgne berg kommer tilsyne, har sin tiltrækning. Maaske kan De der finde resterne af en eller anden forsvunden planteform, der engang blomstrede grøn og frodig paa landoverfladen, eller af længst uddøde dyrearter, der engang beboede havet. Disse forsteninger blir i Deres haand ikke blot gjenstande, som man undrer sig over. De vil ved hjælp af enven eller en' bog se at faa vide, hvad de

ligner mest af nulevende livsformer. Og De vil ikke hvile uden at have gjort alt, hvad De kan forat forstaa om, og paa hvilken maade, de røber den tidligere beskaffenhed åf den egn, hvor De finder dem.

257. Paa den maade blir geologien ikke bare én lekse, som skal læres af bøger, men en behagelig kammerat paa enhver tur og udflugt. De bhr maaske ikke geolog; men De vil aldrig angre paa den tid, De har anvendt til at sætte dem ind i principerne for den geologiske forskning, eller paa, at De har forsøgt, under disse principers ledelse, paa egen haand at anstille undersøgelser angaaende vor jords, vidunderlige historie.

Spergsmaal.

Indledning.

1. Nævn nogle af de bedst kjendte stensorter og hvortil de anvendes.

2. Hvad er mursten og murkalk lavet af?

3. Hvorledes faaes jern?

4. Hvorfra faar man kalksten, skifer, marmor og stenkul?

5. Under hvilket dække ligger for størstedelen klippemasserne i et land?

6. Af hvilken beskaffenhed er landets overflade i England paa en linje trukken fra Liverpool til Harwich ?

7. Hvilken beskaffenhed har ialmindelighed landets overflade i Skotland paa en linje fra Skye til Montrose ?

8. Forklar hvorfor landets beskaffenhed er saa forskjellig i de to dele af den samme ø?

De forskjellige slags sten eller bergarter. S. 8.

1. Hvilken er bergarternes nvtte for geologien?

2. Hvad forstaaes ved et inddelingsprinsip ?

3. Yis hvorledes den blotte farve, eller haardhed ogblødhed, ikke er tilstrækkelig som inddelingsprincip, naar vi skal gruppere stenene.

4. Beskriv et sandstensstykkes egenskab.

5. Hvorledes vilde De efter disse egenskaber definere sandsten?

6. Beskriv paa samme maade et granitstykkes egenskaber.

7. Giv en definition af graniten ifølge disse egenskaber.

8. Beskriv et kridtstykkes egenskaber og forklar, hvorledes man skal foretage en undersøgelse af prøven.

9. Giv en paa disse egenskaber grundet kort definition af kridt.

Hvad stenene kan fortælle os. S 17.

1. Nytten af klasifikation eller inddeling i videnskaben. 2. I hvilken betydning bruges ordet bergart i geologien ? 3. Er de forskjellige bergarter spredte paa slump

over et lands overflade ? Belys svaret ved eksempler

fra de stenarter, der findes under jordbunden i

England og Skotland. 4. Hvad slags historie er det bergartérne lærer os?

Giv eksempler fra bergarterne i England. 5. Hvad handler den geologiske videnskab om?

Lagdelte bergarter. I. Hvad lagdelt er. S. 22.

1. I hvilke grupper kan de forskjellige bergarter deles?

2. Hvad er lagdelt? Vis, hvorledes svaret kan anskueliggjøres ved eksempler.

3. Hvad er lagdelte bergarter?

4. Beskriv et stykke konglomerat og paapeg de materialer, hvoraf det er dannet.

5 Hvad slags materiale bestaar sandsten af? 6. Skiferens sammensætning.

7. Hvilke to spørgsmaal om sin oprindelse foranlediger de lagdelte bergarter?

II. Hvorledes grus, sand og ler dannes. S. 26,

1. Hvilket spørgsmaal kan det være nyttigt at gjøre sig, naar man skal søge at udfinde en bergarts historie?

2 Hvad er forskjellen mellem grus og sand, og hvorledes kan det vises?

3. Hvorledes fremkommer de stene, brokker og grus, som dækker bjergskraaningerne?4. Disse klippebrokker er sædvanlig skarpkantede, men blir mer ög mer afrundede, eftersom de følger elvene i nærheden nedover. Forklar denne forandring.

5. Hvilken virkning har flytningen af stenene og sandet paa klipperne i elveleiet ?

6. Hvorfor føres fint ler længere med af en elv end grovt grus?

7. I hvilken form blir det fra fjeldene løsnede materiale strøet over sletterne?

8. Hvilken forskjel frembyder overfladen paa klipper ved kysten, hvis fod beskyttes af havet, og hvis øvre del rager op over hørvande?

9. Hvad bliver der af de stykker, der falder fra væggene af en klippe ved havet?

10. Hvorledes fremkommer grus og sand?

11. Forklar, hvorledes vandslidte stenoverflader fremkommer ?

III. Hvorledes grus, sand og ler blir lagdelte bergarter.

S. 35.

1. Hvad er det, som væsentlig bestemmer en strøms flytteevne ?

2. Hvilket forhold er der mellem en strøms bevægelses-hastighed og afsætningen af bundfald paa bunden af vandet?

3. I hvilken orden afsættes bundfaldet efter sin grovhed?

4. Hvad vilde De slutte af grus-, sand- og lerlag angaa- ende bevægelseshastigheden i det vand, hvori de

er afsatte? i

5. Hvorledes kan vor kundskab om grusets og sandets oprindelse yde os veiledning med hensyn til konglomerat, skifer og lignende bergarters historie?

6. Hvori og paa hvilken maade afleires lagdelt materiale paa en vei, naar det regner ?

7. I hvilken orden afsætter Khonen det medbragte sediment i Genfersjøen ? Hvorledes kan det bevises ?

8. Hvor bliver det af det sand og slam, som af en flod føres i havet?

9. Hvad forstaar vi ved betegnelsen lagdeling og lagdelte hergarter?

10. Hvorfor er lagdelte bergarter sædvanlig blet haardere, end cte oprindelige var? Forklar be-

greberne tryk og infiltration med hensyn paa disse bergarters historie. 11. Giv en definition af en lagdelt bergart.

IV. Hvorledes vi forklarer forekomsten af plante- og dyrerester i lagdelte bergarter. S. 46.

1. Hvad er organiske rester eller fossiler?

2. Giv eksempler paa, hvorledes rester af landplanter nutildags begraves i lagdelte aneiringer.

3. Forklar, hvorledes planter ofte er blet indleirede i sandsten og skifer.

4. Forklar, hvorledes rester af havdyr kan komme i mange skifere og kalkstensarter.

V. Hvad et stenbrud kan lære os. S. 51.

1. Hvad er sædvanlig det mest iøinefaldende træk ved et stenbrud i lagdelte bergarter?

2. Hvilke er de ældste af de forskellige lag i stenbruddet, og hvorfor?

3. Hvad forstaaes ved lagenes rækkefølge?

4. Hvorfor er det af vigtighed at bestemme lagenes rækkefølge ?

5. Hvad er bølgeslagsmærkerne i bergarterne? Hvad lys kaster de over de bergarters historie, blandt

hvilke de forekommer?

6. Hvad er de i bergarterne undertiden forekommende regndraabe-fordybninger ? Hvad beviser de an-gaaende de forhold, under hvilke bergarterne er dannede ?

7. Hvorledes kan De ved beviser fra forsteningerne bestemme, om en bergart er dannet i ferskvand eller i havet?

8. Nævn kjendsgjerninger, der viser, at der engang har været hav, hvor der nu er fast land.

Bergarter af organisk oprindelse eller bergarter dannede af plante- og dyreresteri

I. Bergarter dannede af planterester.

S. 57.

1. Hvorfor kaldes de organiske rester?

2. Beskriv i korthed beskaffenheden af et stykke stenkul.3. Beskriv den maade, hvorpaa kul forekommer blandt andre bergarter.

4. Hvorledes er det underlag, hvorpaa kullagene er afleirede, beskaffent?

5. Hvorledes kan man foretage en nøiagtig undersøgelse af stenkullenes bygning?

6 Hvorledes er kullene tilblet?

7. Beskriv en torvmyr.

8. Hvad er torv, og hvortil bruges den?

9. Beskriv de paa hinanden følgende lag, der ofte sees i en torvmyr, og vis, hvorledes de antyder de forskjellige stadier i dens historie.

il. Bergarter dannede af resterne af dyr.

S. 67.

1. Hvad er oprindelsen til den hvide mergel, som hyppig findes paa bunden af indsjøer? Hvilke gjenstande kan man leilighedsvis finde i den?

2. Hvoraf bestaar dyndet fra Atlanterhavets bund?

3. I hvilke henseender ligner kridtet Atlanterhavsdyndet ?

4. under hvilke forhold dannes kalksten nufórtiden paa havbunden?

5. Hvad er oprindelsen til den i fortiden dannede kalksten, der indeholder rester af koraller og muslinger?

6. Giv eksempler fra forskjellige kanter af verden paa større strækninger og hele fjelde af kalksten, der er dannet af dyrerester.

7. Giv en kort oversigt over de geologiske forandringer, der har faaet sit udslag i lagdelte og organisk opstaaede bergarter.

Eruptive bergarter. I. Hvad der forstaaes ved eruptive bergarter.

S. 75.

1. Hvad betegner ordet eruptiv, og hvad menes der med eruptive bergarter?

2. 1 hvilken mængde forekommer eruptive bergarter sammenlignet med lagdelte?

3. I hvilke grupper kan det af vulkanerne udslyngede materiale deles?

4. Hvad er i grove træk forskellen mellem disse

grupper, og ved hvilket navn kan man i overensstemmelse hermed betegne dem?

5. Giv en kort beskrivelse af lavaens egenskaber.

6. I hvilken form kommer lavaen ud af en vulkan? Beskriv en flydende lavastrøm.

7. Hvad er oprindelsen til de smaa runde hulheder, der forekommer saa hyppig i størknet lava?

8. Giv eksempler paa forekomsten af lavadannelser i forskjellige dele af verden.

9. Hvorledes kan det bevises, at der engang har været virksomme vulkaner i egne, hvor vulkansk virksomhed nu er ophørt ior mangfoldige aar-tusener siden? Belys dette ved eksempler fra de britiske øer.

10. Hvorledes forekommer granit?

11. Et stykke vulkansk tufs egenskaber.

12. Hvorledes er vulkansk tuf blet dannet? Giv eksempler paa dens forekomst.

II. Hvor eruptive bergarter har sit udspring fra.

S. 84.

1. Hvilke beviser giver dybe boringer og gruber angaaende temperaturen i jordens indre?

2. Hvilken oplysning giver varme kilder om denne gj en stand?

3. Hvad lærer vi af vulkanen om tilstanden i jordens indre?

4. Angiv kortelig de virksomme vulkaners fordeling over j6rden.

5. Hvad er udslukte vulkaner?

6. I hvilket forhold staar jordskjælv til denne gjenstand ?

7. Hvorat kan det sluttes, at jordens størrelse er mindre, end den engang har været?

8. Hvorfra stammer sandsynligvis den nuværende høie temperatur i jordens indre? Vis, hvorledes en lavastrøms afkjøling bidrager til at give et tydeligere begreb om dette.

Jordskorpen. I. Beviser for, at dele af jordskorpen er blet hævede.

S. 91.

1. Hvad menes med jordskorpen?

2. Af hvad slags materiale bestaar jordskorpen?3. Hvad slags bevis kan De give for, at klippemasserne i jordskorpen ikke nu befinder sig i sin oprindelige stilling?

4. Beskriv en hævet strandbred.

5. Hvilke beviser giver hævede strandbredder angaaende jordskorpens bevægelse?

6. Hvorfor siger vi, naar der er tale om de almindelige forandringer i havets og landets niveau, heller at det er

landet, som hæver sig eller synker, end at det er havet?

7. Hvilken slutning kan vi drage af variationer i terrassers høide og udstrækning?

8. Hvilke er de ældste i en række paahinanden følgende hævede strandbredder? — og hvorfor?

9. Hvilke iagttagelser har man gjort i Sverige angaaende bevægelse af jordskorpen af ny datum?

10. Hvorledes vilde De paavise, at den største del af det tørre land er hævet op af havet, og at hævningen har været meget ujævn?

II. Beviser for, at dele af jordskorpen har sænket sig.

S. 100.

1. Beskriv en skov, der er sænket i havet.

2. Hvad slutning maa der drages angaaende jordskorpens bevægelse af skove, som er sænkede i havet ?

3. Hvorfor er det vanskeligere at bevise-nedsænkning i havet end hævning op af det ?

4. Hvad har man iagttaget paa Grønland angaaende nedsænkningen i havet?

5. Hvorledes beviser en række stenkulslag, at landet engang er blet sænket i havet?

6. Nævn de to slutninger angaaende jordskorpens 'bevægelse, som maa drages af de i dette at snit

fremførte kjendsgjerninger.

III. Beviser for, at jordskorpens bergarter er blet reiste, foldede og knækkede over.

S. 105.

1. Nævn foruden hævningen og sænkningen nogle videre forandringer, bergarterne i jordskorpen har undergaaet.

2. Hvorfor findes bergarterne ofte i meget skraatliggende lag, og hvorledes vilde De bevise, at de ikke har den oprindelige stilling?3. Er faste berglag nogensinde foldede og skrukkede ?

4. Hvad er „spring?"

5 Hvorledes nar eruptive bergarter ofte benyttet sig; af spring og spalter?

IV. Fjeldenes oprindelse. S. 111.

1. Af hvad slags materiale er fjeldkj æderne opbyggede?

2. Hvilke er beviserne for, at mange fjelde ikke er oprindelige dele af jordens overflade?

3. Hvad er hævningslinjer, og hvorledes er de fremkomne paa jordens overflade?

4. Beskriv endel saadanne hævningslinjer.

5. Fremstil kortelig, hvorledes vi beviser, at fjeldkj æderne er af forskjellig alder, og at samme fjeld. kan være hævet flere gange med paahinandenfølgende mellemrum.

6. Hvorfor danner de inderste og ældste bergarter ofte de høiere efter midten løbende rygge i en fjeldkj æde?

7. De respektive forandringer, som. fjeldenes, høisletternes og sletternes ydre former undergaar ved jordoverfladens forvitring.

8. Hvad kan De nævne som et gjennemgaaende træk ved fjeldene i England ?

9. Giv endnu nogle eksempler paa resultaterne af jordoverfladens forvitring og ødelæggelse.

V. Hvorledes bergarterne i jordskorpen fortæller jordens historie. S. 118

1. Hvad er den geologiske historie, og af hvad slags materiale blir den udarbeidet?

2. Hvorfor blir den geologiske historie nødvendigvisufuldstændig?

4. Hvad er jordens sandsynlige oprindelse og tidligste beskaffenhed?

4 Hvorledes kommer geologen efter, hvilke er de ældste og hvilke de yngste dele af hans kilder?

5. Hvor tyk masse danner de lagdelte og organiske berg-

arter, hvoraf den geologiske historie uddrages?

6. Hvilken hjælp yder forsteningerne til studiet at jordens historie?

7. Forsøg at gjøre rede for, hvad den geologiske historie gaar ud paa.135

LISTE

over

en samling prøver til anskueliggjørelse af geologien.

Side

Sedimentære bergarter:

1. Konglomerat............................ 24

2. Sandsten............................. . . 12

3. Skifer.................................. 25

4. Skifer, der indeholder' planterester (del af

en forstenet bregne) 46

5. Skifer, der indeholder dyrerester (trilobiter, etc.) 49

Bergarter af organisk oprindelse:

I. Dannede af planterester.

6. Torv..................................... 65

7. Stenkul, som udviser lagdelt bygning..... 60

II. Dannede af dyrerester.

8. Mergel, dannet af ferskvandsskjæi........ 68

9. Dynd fra Atlanterhavsbunden,' præpareret

for mikroskopet 69

10. Kridt med muslingskaller' i 16

11. Kridtkorn, præparerede for mikroskop 16

12. Kalksten, indeholdende enkriniter, etc. ... 72 Fossiler:

I. Planter.

13. Stigmaria, eller sigillaria

14. Lepidodendron

Planter, hvoraf

stenkul for endel er

biet dannet

62

Se ogsaa, prøverne 4, 6 og 7.

II. Dyr.

15. Bægerkoral

16. Stykke af en enkrinitstilk

17. Spirifera, en havmusling

Dyr, hvis rester

undertiden danner

tykke masser af

kalksten.

62

Se ogsaa 5, 8, 9, 10, 11 og 12.

Eruptive bergarter:

18. Granit.................................. 14

19. Glimmer

Substanser, der findes i granit

14

20. Kvartskrystal

21. Lava, der udviser krystaller og blærerum 77 ,22. Vulkanske tuf ......'..................... 83136

Indold.

72—79. Fremmedordbog............ « 0.80

80—82. Den norske jurylov 1887......... « 0.30

83—85. Luther: Reformationsskrifter....... « 0.30

86—88. Dickens: En julesang paa prosa...... « 0.30

89—90. Reuter: Onkel Bræsigs reiseeventyr . . . . « 0.20

91—93. Daudet: Naar kunstnere gifter sig..... « 0.30

94—95. Motley: Nederlandenes frihedskampe I . . . « 0.20

96. Irving: Skissebogen III.......... « 0.10

97—99. Dickens: Sirissen i peisen........ « 0.30

100—119. Reuter: Paa landsbygden........ « 2.00

Do. Do. indb...... « 2.80

120—122. Bret Harte: Kaliforniske fortællinger . . . . « 0.30

123—125. Feuillet: Enken............ « 0.30

126—128. Franzos: Forelsket ungdom........ « 0.30

129—130. Hopfen: Trudels bold.......... « 0.20

131—132. Rosegger: Mangeslags folk I........ « 0.20

133. Daudet: Mindre fortællinger I....... « 0.10

134—139. Auerbach: Tuppe Barfod......... « 0.60

140—141. Rosegger: Mangeslags folk II....... « 0.20

142. Daudet: Mindre fortællinger II....... « 0.10

143—144. Paul Heyse: Ved den døde sjø...... « 0.20

145. Daudet: Mindre fortællinger III...... « 0.10

146—148. Paul Heyse: Gammel kjærlighed ruster ikke. « 0.30

149—156. Daudet: Den udødelige.........« 0.80157—159. Motley: Nederlandenes frihedskampe II. . . Kr. 0.30

160—169. Daudet: Fromont den yngre og Risler den ældre « 1.00

170. Munthe-Kaas: "Norsk maallære („grammatik") « 010

171—173. Bjørnstjerne Bjørnson: Engifte og mangegifte . « 0.30

174—176. Motley: Nederlandenes frihedskampe III . . « 0.30

177—178. Almenfattelig videnskab I. Huxley: Grundtræk c 0.20

179—185. Turgenjeff: Kraftspilde......... « 0.70

186—188. Dickens: Klokkekimene......... « 0.30

189—190. Motley: Nederlandenes frihedskampe IV . . « 0.20

191—193. Kant: Den evige fred........ . . c 0.30

194—201. Reuter: Fæstnings fange......... « 0.80

202—204. Moliére: Den gjerrige......... « 0.30

205—208. Almenfattelig videnskab II. Jevons: Logik . « 0.40

209—212. Tolstoj: Fyrst Nekliudoff........ « 0.40

213—215. Motley: Nederlandenes frihedskampe V . . . « 0.30

216—218. Moliére: Hr. Jourdains adelsgriller..... « 0.30

219—222. Almenfattelig videnskab III. Geikie: Geologi « 0.40 223—224. Almenfattelig videnskab IV.

Nytte- eller lykke-moralen . « 0.20

225—228. Motley: Nederlandenes frihedskampe VI . . « 0.40

229—232. Almenfat. videnskab V. Lockyer: Astronomi. « 0.40

233—235. Nederlandenes frihedskampe VII...... « 0.30

236—251. Charles Darwins Liv og breve I...... « 1.60

252—267. Charles Darwins Liv og breve II..... « 1.60

268-285. Charles Darwins Liv og breve III..... « 1.80

(Hvert bind indbundet 80 øre dyrere; løse permer 40 øre. Desuden er udgivet en finere udgave af Darwins Liv og breve, i atorre format indbunden til 10 kr. for alle tre bmd).

286—310. Dostojewskij: Raskolnikow (Roman) . . . . « 2.50

(Indbunden 80 øre d'yiere; løs perm 0.40).

311—314. Almenfat. videnskab VI. Geikie: Fysiskgeografi « 0.40

315—334. Norske Digte for de tusen hjem,'indb. . . . « 2.00

—»— « « « « i elegant bind « 3.00

335—338. Wellhausen: lsra-els og Judas historie . . . « 0.40

Ilands- og foyskoleloven af 26. juni 1889 . « 0.20

Under udgivelse i subskriptionsudgaver er:

Charles Darwin: Arternes oprindelse

— komplet antagelig kr. 2.50 —

Buclde: Civilisationens historie.

Under forberedelse:

Carlyle: Den franske revolution.

Motley: Nederlandenes frihedskampe VIII etc.

Scherr: Den menneskelige tragikomedie.

Kristiania Nikolai Olsens bogtrykker